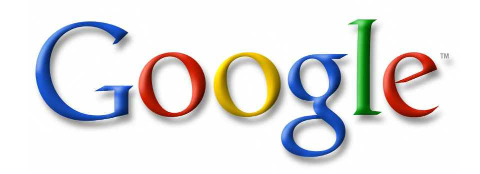
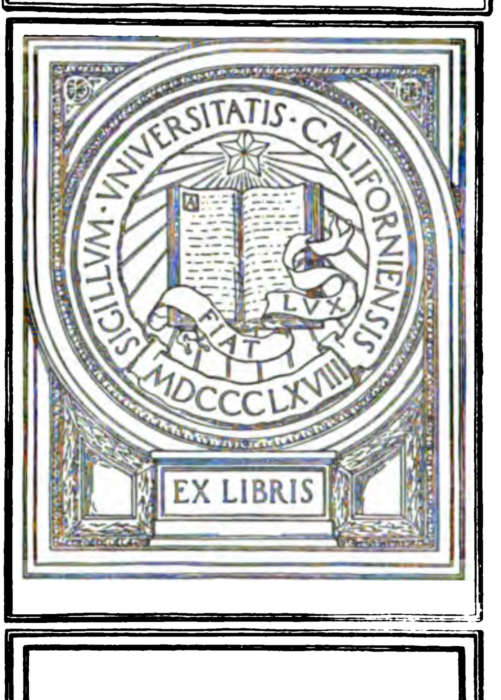



SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

ZEITSCHRIFT

FÜR

HYGIENE.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. R. KOCH, UND DR. C. FLÜGGE,

O. Ö. PROFESSOR UND DIRECTOR
DES HYGIENISCHEN INSTITUTES DER
UNIVERSITÄT BERLIN,

O. Ö. PROFESSOR UND DIRECTOR
DES HYGIENISCHEN INSTITUTES DER
UNIVERSITÄT BRESLAU.

SECHSTER BAND.

MIT ABBILDUNGEN IM TEXT UND FÜNF TAFELN.



LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1889.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhalt.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Ueber das Verhalten der Cholerabacterien zu anderen pathogenen und nicht pathogenen Mikroorganismen in künstlichen Nährsubstraten.

Von

Dr. med. **S. Kitasato**
aus Tokio.

Ueber die sogenannte antagonistische Wirkung verschiedener Mikroorganismenarten auf einander sind im Laufe der letzten Jahre eine ganze Reihe von Versuchen angestellt worden. So hat Emmerich[1] die Beobachtung gemacht, dass man Meerschweinchen, welche vorher mit Erysipelkokken inficirt worden waren, Milzbrandbacillen injiciren kann, ohne dass die Thiere zu Grunde gehen. Pawlowsky[2] gelang es ebenso, die Milzbrandinfection im Thierkörper durch gleichzeitige Infection mit verschiedenen anderen pathogenen Bacterien, z. B. mit Friedländer'schen Pneumoniebacillen, Staphylokokken etc., zu verhindern. Zagari[3] hat vermittelst successiver Verimpfung von Milzbrandbacillen, welche in zuvor sterilisirten Bouillonculturen von Cholerabacterien gewachsen waren, Kaninchen und Meerschweinchen refractär gegen die Einwirkung der virulentesten Milzbrandgifte gemacht. Pavone[4] fand, dass der Typhusbacillus, auf

[1] Emmerich, Vernichtung von Milzbrandbacillen im Organismus. *Tageblatt der 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Berlin.* 1886. S. 145.

[2] Pawlowsky, Heilung des Milzbrandes durch Bacterien und das Verhalten der Milzbrandbacillen im Organismus. Virchow's *Archiv.* 1887. Bd. CVIII. S. 494.

[3] Zagari, Experienze sulla concorrenza vitale dei mikroorganismi e sopra un nuovo mezzo di profilassi carbochiosa. *Estrato dal Giornale internazionale delle Science mediche Anno IX.* Napoli 1887.

[4] Pavone, Sulla concorrenza vitale fra il Bacillo del Tifo ed il Bacillo del Carbonchio. *Giornale internazionale delle Science med.* 1887. Fasc. X.

künstlichen Nährböden gemeinschaftlich mit dem Milzbrandbacillus gezüchtet, letzteren überwuchert und dass der Typhusbacillus auch im Thierkörper eine gewisse Hemmungswirkung gegenüber dem Milzbrandbacillus ausübt. Garré[1] benützte Nährböden, auf denen einmal bereits Bacterien gediehen waren, auf's Neue, indem er dieselben auf verschiedene Weise für einen abermaligen Gebrauch verwendbar machte und nun andere Mikroorganismen darauf züchtete. Er beobachtete hierbei, dass der Bacillus fluorescens putidus ein ausgesprochener Antagonist des Typhusbacillus, des Staphylococcus pyogenus aureus, des Friedländer'schen Pneumoniebacillus, der Rosahefe etc. ist, während er für den Cholerabacillus und den Bacillus mycoides etc. nur in gerinem Maasse, für den Milzbrandbacillus und das Finkler-Prior'sche Spirillum aber den Nährboden in keiner Weise ungeniessbar macht. Bei den meisten der erwähnten Arten ist der Antagonismus nur ein einseitiger; nur zwischen Typhusbacillus und Bacillus fluorescens besteht gegenseitiger Antagonismus. v. Freudenreich[2] machte folgende Beobachtungen: War in einer Nährbouillon der Bacillus pyocyaneus gediehen und wurde dieselhe dann durch ein Chamberland'sches Filter filtrirt, so wuchsen in dem keimfreien Filtrat die Choleraspirillen, die Finkler'-Prior'schen Spirillen, die von Miller und von Deneke, die Typhus- und Rotzbacillen, sowie die Hühnercholerabacterien gar nicht; nur der Milzbrandbacillus behielt sein normales Wachsthum. Auch Bouillon, welche durch das Bact. phosphor. oder die Choleraspirillen verändert war, bildete für die meisten der untersuchten Organismen ein schlechtes Nährmedium. Typhus-, Rotzbacillen und die Hühnercholerabacterien erwiesen sich als sehr wählerisch betreffs der Nährböden; in den meisten Brühen, welche vorher mit verschiedenen Organismen inficirt gewesen waren, wuchsen sie gar nicht oder zeigten behinderte Entwickelung, während der Milzbrandbacillus immer gut gedieh und nur in Cholerabouillon ein retardirtes Wachsthum zeigte. Die Typhusbacillen, Hühnercholerabacterien und die Choleraspirillen wuchsen nur schwer in den von ihnen selbst schon ausgenützten Fleischbrühen.

So weit die Versuchsresultate der genannten Forscher, welche hier möglichst kurz zusammengefasst worden sind.

Bei meinen Untersuchungen ging ich von der Idee aus, dass es vielleicht Mikroorganismen gebe, welche die Cholerabacterien irgendwie in kürzester Zeit schnell vernichten könnten. Zu diesem Zwecke habe ich

---

[1] Garré, Ueber Antagonisten unter den Bacterien. *Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte.* 1887. Jahrg. XVII.

[2] von Freudenreich, De l'antagonisme des bactéries et de l'immunité qu'il confère aux milieux de culture. *Annales de l'institut Pasteur.* 1888. Nr. 4. p. 200.

die Cholerabacterien mit einer grossen Anzahl anderer pathogener und nicht pathogener Mikroorganismen in künstlichen Nährböden auf verschiedene Weise zusammengebracht und ihre weitere Entwickelung beobachtet.

Bemerkt sei noch, dass ich bei meinen Versuchen meistens nur diejenigen Mikroorganismen verwendet habe, welche schnell auf künstlichen Nährböden zu wachsen vermögen, dagegen solche, deren Wachsthum ein langsames ist, nicht berücksichtigte, da von vorneherein bei diesen befürchtet werden musste, dass sie durch die Cholerabacterien schon in kurzer Zeit überwuchert werden würden.

Untersuchungs-Methode.

1. Von Agarculturen der Cholerabacterien und eines der zu untersuchenden Mikroorganismen habe ich je eine Platinöse voll in frische Nährgelatine gebracht, gut gemischt und auf Platten gegossen.

2. Auf sterilen Gelatineplatten habe ich in parallelen von einander abstehenden Strichen abwechselnd und kreuzweise Cholerabacterien und den anderen der Concurrenzprobe unterworfenen Mikroorganismus geimpft.

3. Auf schräg erstarrten Agarnährböden habe ich Cholerabacterien und den betreffenden Organismus zusammengeimpft und die Röhrchen dann entweder bei Zimmer- oder Brüt-Temperatur aufbewahrt.

4. In schwach alkalischer Bouillon habe ich Cholerabacterien mit dem anderen Mikroorganismus zusammengeimpft und wie bei Nr. 3 nachbehandelt.

5. Eine bereits gut gediehene frische Bouilloncultur von Cholerabacterien wurde mit dem in Frage kommenden Mikroorganismus inficirt.

6. Es wurde umgekehrt eine gut gediehene frische Bouilloncultur der anderen Bacterienart mit Cholerabacterien nachträglich inficirt.

7. Zehn Stunden nach erfolgter Impfung zum ersten Male und dann des Weiteren noch von Zeit zu Zeit wurde den unter Nr. 3 bis 6 näher bezeichneten Culturen eine Platinöse entnommen, in frische Gelatine gebracht und diese auf Platten gegossen.

8. Ausserdem habe ich noch der Sicherheit halber die sämmtlichen gemischten Culturen (von Nr. 1 bis Nr. 6) nach einigen Tagen wieder auf neue Nährböden, und zwar saures Agar-Agar, Kartoffeln etc. übertragen und bei verschiedenen Temperaturen gehalten, um durch die Veränderung der Lebensbedingungen vielleicht der einen der beiden untersuchten Arten eine besonders günstige Gelegenheit zur Entwickelung zu geben, sie vor der anderen zu bevorzugen und sie damit unter Umständen noch zum

Wachsthum zu veranlassen, nachdem sie vorher unter für sie weniger günstigen Verhältnissen versagt hatte. Nur so liess sich mit Bestimmtheit feststellen, ob die Thatsache, dass die eine der beiden Arten zunächst nicht gedieh, auch in Wahrheit schon den Beweis für ihre stattgehabte Vernichtung enthalte.

I. Pathogene Mikroorganismen.

1. Cholerabacterien mit Milzbrandbacillen.

1. Auf den gemischten Plattenculturen wuchsen in überwiegender Mehrzahl die Cholerakeime und zwischen denselben hier und da sehr wenige Milzbrandcolonieen. Brachte ich von den Culturen je eine Platinöse voll auf gekochte Kartoffeln und hielt die letzteren theils bei Zimmertemperatur (18 bis 20° C.), theils im Brütofen (36° C.), so kam auf denjenigen Kartoffeln, welche bei Zimmertemperatur standen, nach einigen Tagen das bekannte Wachsthum der Milzbrandbacillen zur Ausbildung; dagegen wuchsen auf denjenigen, welche in den Brütofen gestellt worden waren, (nach 5 bis 6 Tagen) nur die hellgraubraunen Colonieen von Cholerabacterien. Bei der mikroskopischen Untersuchung stellte es sich heraus, dass in den ersteren fast lauter Milzbrandbacillen und nur sehr wenige Cholerabacterien vorhanden waren, während bei den letzteren gerade das Umgekehrte der Fall war.

2. Auf Gelatineplatten abwechselnd parallel und kreuzweise durch Strichimpfung geimpfte Cholera- und Milzbrandbacillen.

Die auf Gelatineplatten sowohl gemischt wie auch kreuzweise geimpften Milzbrandbacillen mit Cholerabacterien wurden allmählich von den letzteren überwuchert und endlich ganz vernichtet. Dies beweist folgender Versuch:

48 Stunden nach der Aussaat auf Platten (Zimmertemperatur) habe ich von der Kreuzungsstelle der beiden Impfstriche theils auf's Neue Gelatineplatten angelegt, theils Mäuse und Meerschweinchen geimpft. Nach einigen Tagen wuchsen auf den Platten in überwiegender Mehrzahl die Choleracolonieen und nur wenige Milzbrandkeime; die Versuchsthiere gingen erst nach 3 bis 5 Tagen an Milzbrand ein, während andere Thiere, die von solchen Stellen derselben Platte aus inficirt worden waren, wo sich die Milzbrandculturen ausserhalb des Bereiches der Choleraimpfstriche befanden, schon nach $1\frac{1}{2}$ bis 2 Tagen getödtet waren. War die Choleracultur dann später auch bis zu diesen, eben genannten Theilen der Platte vorgedrungen, so tödteten die von da entnommenen Milzbrandbacillen 1 bis 2 Tage nach erfolgter Vermischung Mäuse erst in 4 bis 5 Tagen,

3 bis 4 Tage nach erfolgter Vermischung gar erst in 6 bis 7 Tagen und eine Woche und darüber nach dem Zusammenwachsen überhaupt nicht mehr. Regelmässig von Tag zu Tag angestellte Plattenculturen gaben die Erklärung für diese auffallende Erscheinung. Es zeigte sich nämlich, dass die Zahl der Milzbrandcolonieen mit jedem Tage abnahm, dass dieselben nach etwa einer Woche vollständig verschwunden waren, die Choleracolonieen aber gleichzeitig immer reichlicher zum Wachsthum gelangten. Mit anderen Worten, die Cholerabacterien verdrängten die Milzbrandbacillen nach und nach vom Schauplatze und bei den entsprechenden Thierversuchen wurde jedesmal eine immer geringere Menge von lebensfähigen Milzbrandkeimen übertragen. Nun ist es eine bekannte Thatsache, dass der Erfolg einer Impfung mit infectiösen Mikroorganismen nach seinem zeitlichen Ausfall wesentlich auch durch die Menge des verwendeten Materials bestimmt wird. Gelangten nur zwei oder drei Milzbrandbacillen in das betreffende Thier, so brauchen dieselben längere Zeit, bis ihre Vermehrung den für den inficirten Organismus verderblichen Umfang erreicht hat, als wenn von vorneherein schon eine grosse Masse des Giftes zur Uebertragung kam. So erklärt sich das verzögerte Eintreten des Todes der geimpften Mäuse an Milzbrand; dass es sich hierbei nicht etwa um einen in das Gebiet der Abschwächung gehörenden Vorgang handelte, wurde auch dadurch leicht bewiesen, dass Culturen von Milzbrandbacillen, welche aus den erst so aufffallend spät zu Grunde gegangenen Mäusen etc. neu angelegt wurden, volle Virulenz besassen.

3. Auf schräg gestelltem Agar bei 36° gemischte Culturen zeigten nach 36 bis 48 Stunden mikroskopisch fast ausschliesslich Cholerabacterien. Bei Nachbehandlung auf Kartoffeln bei Zimmertemperatur machten sich dann die Milzbrandbacillen wieder bemerkbar. Nach 10 Tagen aber waren sie auch auf Kartoffeln nicht mehr zur Darstellung zu bringen.

4. In Bouillon gemischt gezüchtete Culturen bei Brüttemperatur liessen nur die Cholerabacterien zum Wachsthum kommen.

5. Impfte ich in eine gut gewachsene Bouilloncultur von Cholerabacterien, nachdem sie 24 Stunden lang bei Brüttemperatur gestanden hatte, Milzbrandbacillen und brachte die Cultur wieder in höhere Temperatur, so konnten die letzteren darin nicht gedeihen.

6. Wenn ich eine gut gewachsene Bouilloncultur von Milzbrandbacillen, welche 2 bis 3 Tage lang bei Brüttemperatur gestanden hatte, mit Cholerabacterien inficirte, so wuchsen die letzteren darin gut, wenn sich der Nährboden auch anfänglich nicht ganz so zu eignen schien, wie reine, vorher nicht irgendwie benützte Bouillon, und schliesslich gingen die Milzbrandbacillen sogar in dem Gemisch zu Grunde.

7. Brachte ich von den vier letztgenannten Culturen (Nr. 3 bis 6) ebenso wie Nr. 1 und 2 von Zeit eine Platinöse voll in frische Gelatine und goss dieselbe auf Platten, so wuchsen auf diesen jedesmal fast nur Cholerakeime und daneben noch einige wenige Milzbrandcolonieen, welche schliesslich von den ersteren gänzlich vernichtet wurden.

Nach höchstens zwei Wochen waren in sämmtlichen Mischculturen die Milzbrandbacillen ausnahmslos zu Grunde gegangen, während die Cholerabacterien noch über drei Monate lang lebensfähig waren.

Es ergiebt sich hieraus, dass die Cholerabacterien durch die Zusammmenimpfung mit Milzbrandbacillen in keiner Weise geschädigt wurden, dass im Gegentheil die Milzbrandbacillen in Concurrenz mit den ersteren in zwei Wochen gänzlich vernichtet wurden.

Die übrigen Mikroorganismen habe ich im Allgemeinen ganz ebenso wie die Milzbrandbacillen behandelt. Um Wiederholungen zu vermeiden und nicht den Gang der Untersuchung in jedem einzelnen Falle wieder angeben zu müssen, fasse ich mich im Folgenden ganz kurz und führe nur die Besonderheiten der einzelnen Mikroorganismen genauer an.

2. mit Typhusbacillen. Typhusbacillen wurden durch die Cholerabacterien in wesentlichem Maasse nicht geschädigt, d. h. sie wurden anfangs etwas überwuchert, aber nach einigen Tagen gediehen die beiden Mikrobien gleich gut und hielten sich über drei Monate lang in gemischten Culturen lebensfähig.

Thierversuche konnten hier wegen des schon unter gewöhnlichen Verhältnissen unsicheren Ausfalls derselben nicht zur Ausführung kommen.

3. mit Friedländer'schen Pneumoniebacillen. Dieselben wurden von Anfang an durch die Cholerabacterien entschieden überwuchert, waren schon nach einem Monate nicht mehr auf Kartoffeln übertragbar und vollständig zu Grunde gegangen, während die Cholerabacterien sich nach drei Monaten noch lebensfähig zeigten.

4. mit Bacillen des grünen Eiters. Diese erwiesen sich als den Cholerabacterien überlegen; doch wurden auch die letzteren nicht gänzlich unterdrückt, sondern kamen noch, wenn auch nur mit wenigen Colonieen, zur Entwickelung. Nach drei Monaten freilich waren die Cholerabacterien in den Mischculturen gänzlich zu Grunde gegangen, während sich die Bacillen des grünen Eiters 13 Monate hindurch in denselben hielten.

Impfte ich in eine gut gewachsene Bouilloncultur des grünen Eiters, welche eine Woche lang bei Brüttemperatur gestanden hatte, Cholerabacterien, so konnten die letzteren darin gar nicht wachsen und gingen nach einigen Tagen schnell zu Grunde.

Diese Bacillen vermochten also die Cholerabacterien zu verdrängen, sie aber doch erst nach längerer Zeit vollständig zu vernichten.

5. mit Brieger's Bacillen. Anfangs wurden sie von den Cholerabacterien stark überwuchert, später gediehen sie aber ebenso gut wie die letzteren. Sie konnten aber die Cholerabacterien nicht schädigen und beide waren in gemischten Culturen über drei Monate lang lebensfähig.

6. mit Emmerich's Neapelbacillen. Das Verhalten dieser Bacillen zu den Cholerabacterien war ganz ebenso wie das bei Brieger's Bacillen.

7. mit Staphylococcus pyogenus aureus. Anfänglich durch die Cholerabacterien stark überwuchert; schliesslich aber zugleich mit letzteren in den gemischten Culturen drei Monate lang lebensfähig.

8. mit Staphylococcus pyogenus citreus. Von Anfang an stark überwuchert und schon nach zwei Wochen gänzlich vernichtet, während die Cholerabacterien über drei Monate am Leben blieben.

9. mit Staphylococcus pyogenus albus. Wie Nr. 8.

10. mit Erysipelkokken. Obwohl die Streptokokken auf künstlichen Nährböden nur ziemlich langsam gedeihen, habe ich sie trotzdem absichtlich als Versuchsmaterial gebraucht, weil sie bereits von einigen Forschern als Kampfmittel gegen andere Bacterien mit gutem Erfolg im Experiment verwendet worden sind. Bei meinen Versuchen in künstlichen Nährsubstraten hatten sie gegen die Cholerabacterien allerdings gar keine Wirkung; im Gegentheil, sie wurden von den letzteren stark überwuchert und schon nach 8 bis 10 Tagen ganz vernichtet, während die Cholerabacterien über drei Monate noch keimungsfähig blieben.

11. mit Pseudo-Erysipelkokken. Ich habe zufällig aus Hautstückchen von einem Erysipelkranken eine Art von Streptokokken isolirt, welche morphologisch und nach dem Aussehen der Colonieen auf der Gelatineplatte von den echten Erysipelkokken nicht zu unterscheiden sind, welche aber auf schräg gestelltem Agar und im Stichkanal der Gelatineculturen viel schneller und reichlicher als eben diese zu wachsen pflegen. Ich habe mit derartigen Culturen einige Kaninchen am Ohr geimpft, aber ohne positive Resultate zu erhalten und den betreffenden Mikroorganismus deshalb Pseudo-Erysipelcoccus genannt. Die Kokken wurden von den Cholerabacterien auch anfangs überwuchert, blieben aber schliesslich doch stets am Leben und konnten noch nach 13 Monaten aus den gemischten Culturen frisch auf die Gelatineplatte übertragen zur Entwickelung gebracht werden, während die Cholerabacterien darin schon nach drei Monaten abgestorben waren.

II. Nicht pathogene Mikroorganismen.

12. mit Bacillus prodigiosus. Wuchs auf gemischten Platten so schnell und so stark, dass man die Cholerakeime darin kaum beobachten konnte. Ich habe deshalb alle Mischculturen regelmässig nach 24 Stunden und von da ab wieder von Zeit zu Zeit auf gekochte Kartoffeln übertragen und diese theils bei Brüt-, theils bei Zimmertemperatur aufgestellt. Auf denjenigen Kartoffeln, welche im Brütofen gehalten wurden, erschienen nach einigen Tagen die hellgraubraunen Colonieen der Cholerabacterien, während auf denjenigen, welche bei Zimmertemperatur standen, schon am nächsten Tage die bekannten purpurrothen Colonieen des Prodigiosus zur Entwickelung kamen. Auf Agarplatten im Brütofen konnte ich die Cholerakeime zwei Monate lang nachweisen. Der Bacillus prodigiosus aber war nach 13 Monaten noch immer lebensfähig.

13. mit Bacillus indicus. Verhielt sich den Cholerabacterien gegenüber fast genau so wie der vorige Bacillus, war jedoch nach drei Monaten mit den Cholerabacterien zusammen zu Grunde gegangen.

14. mit Bacillus fluorescens aus Wasser. Zeigte keine besondere Wirkung gegen Cholerabacterien und starb in den gemischten Culturen eher ab als die letzteren.

15. mit violettem Bacillus aus Wasser. Wurde von den Cholerabacterien überwuchert und ging schon nach zwei Wochen gänzlich zu Grunde.

16. mit Heubacillus. Wächst mit Cholerabacterien in gemischten Culturen ohne Verzögerung, irgend eine gegenseitige Beeinflussung ist nicht zu bemerken.

17. mit Wurzelbacillus. Das Verhalten des Bacillus zu den Cholerabacterien war ganz ebenso wie das des vorigen.

18. mit gewöhnlichem Kartoffelbacillus }
19. mit Bacillus megaterium } nichts Besonderes.
20. mit Proteusarten }

21. mit Buttersäurebacillus (Hüppe). Wie Nr. 16 und 17.

22. mit Milchsäurebacillus. Wie der vorige. In Milch allerdings, wo der Bacillus den Milchzucker in Milchsäure und Kohlensäure zerlegt, gehen die Cholerabacterien in Folge der sauren Reaction schnell zu Grunde, wie ich dies in früheren Versuchen[1] nachgewiesen habe; in anderen Nährsubstraten aber, wie sie hier gebraucht wurden, kann der Milchsäurebacillus keine Säure producirea und bleibt deshalb auch ohne Wirkung auf die Cholerabacterien.

---

[1] *Diese Zeitschrift.* 1889. Bd. V. S. 491—496.

23. mit Bacillus der blauen Milch. Keine gegenseitige Wirkung, beide haben sich in gemischten Culturen gleich gut vermehrt.

24. mit rothem Coccus aus Luft. Von Anfang an durch die Cholerabacterien überwuchert und schon in 2 bis 3 Wochen gänzlich vernichtet.

25. mit weissem Coccus aus Luft } Wie Nr. 24.
26. mit Orange-Coccus aus Luft } Wie Nr. 24.

27. mit Orange-Sarcine. Gleichfalls von Anfang an überwuchert und nach einem Monate gänzlich zu Grunde gegangen, die Cholerabacterien zu dieser Zeit noch lebensfähig.

28. mit gelber Sarcine. Ganz ebenso wie die vorige.

29. mit Rosahefe.

30. mit weisser Hefe.

31. mit schwarzer Hefe.

Auch diese drei Hefen waren den Cholerabacterien gegenüber so gut wie gar nicht wirkungsfähig, sondern wurden durch die letzteren in kurzer Zeit vernichtet.

Schliesslich habe ich dann noch mit den gewöhnlich im menschlichen Koth vorkommenden Bacterien Versuche angestellt, von denen die mit den Brieger'schen und Emmerich'schen Bacillen ausgeführten schon vorher erwähnt sind.

32. Ein kurzer, dicker Bacillus, welcher gewöhnlich im Koth vorkommt und die Gelatine nicht verflüssigt, wuchs von Anfang an in gemischten Culturen ebenso gut wie die Cholerabacterien und liess irgend eine wechselseitige Wirkung zwischen beiden nicht erkennen.

33. Ein langer, dicker (grosser) Bacillus, welcher ebenso die Gelatine nicht verflüssigt. Verhielt sich den Cholerabacterien gegenüber ganz ebenso wie der vorige.

34. Kurzer, die Gelatine verflüssigender Bacillus. Vermochte anfänglich die Cholerabacterien etwas zu überwuchern, doch blieben die letzteren längere Zeit am Leben.

35. Ein Micrococcus, welcher gelbliche Culturen producirt und die Gelatine nicht verflüssigt, wurde von den Cholerabacterien frühzeitig vernichtet.

Vermochten die hier genannten Mikroorganismen im Koth einzeln die Cholerabacterien in den Mischculturen nicht zu schädigen, so gelang denselben dies ebenso wenig, als ich sie nun alle zusammen in Gemeinschaft mit den Kommabacillen züchtete.

Ueber die nähere Beziehung der Cholerabacterien zu dem menschlichen Koth habe ich am anderen Orte[1] ausführlich mitgetheilt.

---

[1] *Diese Zeitschrift.* 1889. Bd. V. S. 487—490.

Ich möchte zum Schluss noch bemerken, dass ich ausgenutzte, bereits gediehene Culturen von einer ganzen Reihe verschiedener Mikroorganismen sterilisirt und darin wieder Cholerabacterien zu züchten versucht habe. Waren die betreffenden Culturen noch jung, so wuchsen die Cholerabacterien in der Regel darin gut; eine Ausnahme machten nur die des grünen Eiters, in welchen die Cholerabacterien unter keinen Umständen zu gedeihen vermochten. Je älter aber die ausgenutzten Culturen wurden, um so schlechter wurde auch das Wachsthum der Cholerabacterien im Allgemeinen, wenn auch, was besonders hervorgehoben sein mag, die Reaction der Culturen dauernd schwach alkalisch blieb. Ebenso verhielten sich die Cholerabacterien nun auch solchen Nährböden gegenüber, auf welchen sie selbst bereits einmal zur Entwickelung gekommen waren, die dann sterilisirt und von Neuem in Gebrauch genommen wurden; d. h. waren die betreffenden Culturen noch jung gewesen, so wuchsen auch die Cholerabacterien in denselben noch gut; je älter sie wurden, um so schlechter wurde das Wachsthum der letzteren und blieb schliesslich, wenn sehr alte Culturen in der erwähnten Weise verwendet wurden, gänzlich aus. Auch war hier die alkalische Reaction dauernd erhalten.

Aus den hier mitgetheilten Resultaten lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

Es hat sich keine Bacterienart finden lassen, welche im Stande wäre, Cholerabacterien in künstlichen Nährsubstraten durch gleichzeitiges, concurrirendes Wachsthum in kürzerer Zeit zu vernichten. Dagegen hat es sich herausgestellt, dass umgekehrt eine ganze Reihe verschiedener Mikroorganismen durch die Cholerabacterien in ihrer Entwickelung geschädigt oder sogar in wenigen Tagen getödtet werden. Als wichtigste derartige Thatsache muss die auffallende Erscheinung bezeichnet werden, dass Milzbrandbacillen, welche in Culturen in Berührung mit Cholerabacterien kommen, in verhältnissmässig kurzer Zeit schon unter dem Einfluss derselben zu Grunde gehen.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Nachtrag zu der Abhandlung:

„Die Widerstandsfähigkeit der Cholerabacterien gegen das Eintrocknen und Hitze."

Von

Dr. med. **S. Kitasato**
aus Tokio.

Da ich gelegentlich der in der oben erwähnten Arbeit mitgetheilten Versuche über keine alten Blutserumculturen von Cholerabacterien verfügte, musste ich auf die entsprechenden Experimente zunächst verzichten, bis ich in den Besitz derartiger Culturen gekommen war. Das ist in der Zwischenzeit nun der Fall gewesen, und bin ich daher in der Lage, jetzt das Versäumte nachzuholen und in umstehender Zusammenstellung über den Ausfall einer Reihe von Versuchen zu berichten, die (ganz in der früher ausführlich mitgetheilten Weise) mit Blutserumculturen vorgenommen worden sind (s. Tabelle Bd. V, S. 137).

Die Blutserumculturen der Cholerabacterien sind gegen Eintrocknen und Hitze also fast ebenso widerstandsfähig, wie die Agarculturen. Zwischen älteren und jüngeren Culturen fand sich kein Unterschied bezüglich ihrer Resistenz gegen die genannten Schädlichkeiten.

Es sei zusätzlich noch bemerkt, dass nach dem Ausfall der Controlversuche mit Cholerabacterien von verschiedenen Nährsubstraten in der feuchten Kammer sich die Lebensfähigkeit derselben auf Deckgläsern 85 bis 100 Tage, an Seidenfäden gar 200 Tage und länger erhielt.

Blutserumculturen der Cholerabacterien.

Zeit		Gegen Eintrocknen									
		I 8 Monate alt (30 Tage im Brütofen)		II 5 Monate alt (15 Tage im Brütofen)		III 40 Tage alt 10 Tage im Brütofen)		IV 10 Tage alt (nur Zimmertemperatur)		V 3 Tage alt (3 Tage im Brütofen)	
		Seidenfäden	Deckgläsern	S.	D.	S.	D.	S.	D.	S.	D.
1½ Tage	Luft				—						
	Excicator										
2 „	L.		—				—		—		—
	E.										
3 „	L.			—				—			
	E.		—		—				—		
4 „	L.	—				—				—	
	E.						—				—
5 „	L.										
	E.										
6 „	L.										
	E.										
7 „	L.										
	E.										
8 „	L.										
	E.										
9 „	L.										
	E.										
10 „	L.										
	E.										
11 „	L.										
	E.										
12 „	L.										
	E.										
13 „	L.										
	E.										
14 „	L.										
	E.										
15 „	L.										
	E.			—							
16 „	L.										
	E.							—			
17 „	L.										
	E.										
18 „	L.										
	E.	—				—					
19 „	L.										
	E.										
20 „	L.										
	E.									—	

Gegen Hitze

	I	II	III	IV	V
50° C.					
5 Minuten	+	+	+	+	+
10 „	+	+	+	+	+
15 „	+	+	+	+	+
55° C.					
5 Minuten	+	+	+	+	+
10 „	+	+	+	+	+
15 „	+	—	+	+	+
60° C.					
5 Minuten	—	—	+	—	+
10 „	—	—	—	—	—
65° C.					
5 Minuten	—	—	—	—	—

Ueber den Einfluss der Kohlensäure und anderer Gase auf die Entwickelungsfähigkeit der Mikroorganismen.

Von

Percy F. Frankland, Ph. D.,
Professor der Chemie in University College, Dundee.

Die in dem letzten Hefte dieser Zeitschrift erschienene Arbeit von Dr. Carl Fränkel über die „Einwirkung der Kohlensäure auf die Lebensthätigkeit der Mikroorganismen“ veranlasst mich, die Resultate einiger vorläufigen Versuche, die ich auf ähnlichem Gebiete schon im Frühjahr 1886 gemacht, zu veröffentlichen. Mangel an Zeit und anderweitige Beschäftigung verhinderten mich, die Arbeit über diesen Gegenstand, die ich damals begonnen hatte, für die Publication fertigzustellen.

Die Methode, die ich bei meinen Versuchen angewandt, ist wesentlich verschieden von denen, die Fränkel bei den seinigen gebraucht, und dennoch sind die Ergebnisse, soweit sie sich überhaupt vergleichen lassen, im Grossen und Ganzen übereinstimmend.

Bei meinen Versuchen habe ich mich durchweg der gewöhnlichen Plattenculturen bedient (die Esmarch'sche Methode mit ihren bedeutenden Vorzügen für solche Experimente war damals noch nicht veröffentlicht), die dann einer Atmosphäre der verschiedenen Gase ausgesetzt wurden, und zwar auf folgende Weise:

Die Platten wurden mit Gelatine, welche die bestimmte Bacterienart in einer passenden Verdünnung enthielt, beschickt, in üblicher Weise durch Glasbänkchen getrennt über einander in einen flachen Porcellanteller gestellt und dann mit einer Glasglocke bedeckt. Dann wurde ein gasdichter Abschluss durch Quecksilber hergestellt und sterilisirtes Wasser auf die Oberfläche des Quecksilbers gegossen. Durch das Eigengewicht der Glasglocke sinkt dieselbe bis zu einer gewissen Tiefe in die Quecksilberschicht, so dass der Abschluss der feuchten Kammer auch wirklich

durch das Quecksilber und nicht durch das Wasser zu Stande kommt. Ein sterilisirter Kautschukschlauch wird dann unter dem Quecksilber in die Kammer hineingebracht und durch diesen Schlauch kann dann ein Strom eines beliebigen Gases in die Kammer eingeführt werden; der Gasüberschuss entweicht an dem Rande der Glasglocke durch das Quecksilber und Wasser.

Nachdem die Luft in der Kammer auf diese Weise vollständig ausgetrieben und durch das bestimmte Gas ersetzt worden ist, wird der Kautschukschlauch entfernt und die Kammer bei beliebiger Temperatur (in meinen Versuchen stets bei 20° C.) aufbewahrt.

Die oben beschriebene Einrichtung war selbstverständlich nur eine provisorische, dem Zwecke meiner vorläufigen Experimente entsprechend und lässt Manches, was durch besonders construirte Apparate zu erreichen wäre, zu wünschen übrig.

Die Mikroorganismen, die zu diesen Versuchen angewandt wurden, waren 1. die Bacillen des grünblauen Eiters, 2. die Choleraspirillen und 3. die Finkler'schen Spirillen. Sämmtliche Culturen stammten aus dem hygienischen Institute zu Berlin.

Die verschiedenen Mikroorganismen wurden in einer Aufschwemmung mit sterilisirtem Wasser angewandt, von der dann die Platten mit einem bestimmten Volum angefertigt wurden. Es wurde dann jedesmal eine Platte in der feuchten Kammer mit Luft und eine zweite Platte in einer Kammer, welche das bestimmte Gas enthielt, aufbewahrt. Die zwei Platten wurden dann nach genügender Frist auf Colonieen untersucht.

I. Versuche mit Wasserstoffgas.

Der Wasserstoff wurde aus Zink und verdünnter Schwefelsäure in einem Kipp'schen Apparat erzeugt, durch eine gesättigte Natronlauge gereinigt und dann durch einen sterilisirten Baumwollepfropfen und Kautschukschlauch in die feuchte Kammer, in der sich die Gelatineplatten befanden, geleitet. Bei Anwendung dieses Gases wurden folgende Resultate erhalten:

a) Mit dem Bacillus pyocyaneus (grünblauer Eiter).

I. Versuch (4. März 1886).

	Auf den Luftplatten (nach 2 Tagen)		Auf den H-Platten (nach 4 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	a) 22,412 b) 22.651	22.500	11,500

Das Aussehen der in Wasserstoff aufbewahrten Platte war von dem der Luftplatte sehr verschieden, die Colonieen auf der ersten waren durchschnittlich grösser, weniger scharf abgegrenzt, blasser in der Farbe und mehr strahliger Natur als die Colonieen auf den Luftplatten.

II. Versuch. (11. März 1886.)

	Luftplatten (nach 5 Tagen)		H-Platten	
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	a) 15,515 b) 18,950	17,200	a') 12,365 b') 12,262	12.300

Die Wasserstoffplatten zeigten wieder die oben erwähnten Eigenthümlichkeiten, viele der Colonieen hatten auf der Oberfläche sogar einen Durchmesser von 1 cm erreicht.

III. Versuch. (29. März 1886.)

	Luftplatte (nach 4 Tagen)	H-Platte (nach 7 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	6124	5,600

In diesem Falle zeigte die Wasserstoffplatte dieselbe eigenthümliche Erscheinung, indem die Colonieen auf der Oberfläche von einer wolligen Zone umgeben waren, die an Durchmesser die eigentliche Colonie viele Male übertraf.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Bacillen des grünblauen Eiters durch eine Wasserstoffatmosphäre in ihrer Entwickelungsfähigkeit nur wenig beeinflusst werden; die Colonieen wachsen zwar langsamer heran, werden dafür aber auch entsprechend grösser und bieten ein ganz besonderes Aussehen dar.

b) Mit den Choleraspirillen.

I. Versuch. (15. März 1886.)

	Luftplatten	H-Platten
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	a) 4183 (nach 4 Tagen) b) 4440 (nach 5 Tagen)	a') 6767 (nach 7 Tagen) b') 8260 (nach 7 Tagen)

Die Colonieen auf den Wasserstoffplatten waren kleiner als die auf den Luftplatten und es fehlte die charakteristische Vertiefung der Oberfläche.

II. Versuch. (29. März 1886.)

	Luftplatte (nach 4 Tagen)	H-Platte (nach 7 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	100	110

Die Lebensfähigkeit der Choleraspirillen wird also durch die Wasserstoffatmosphäre nicht wesentlich beeinträchtigt, wenn das Heranwachsen zu sichtbaren Colonieen auch bedeutend verzögert erscheint.

c) Mit den Finkler'schen Spirillen.

I. Versuch. (15. März 1886.)

Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	Luftplatte (nach 4 Tagen)	H-Platte (nach 7 Tagen)
	12,107	6,726

Die auf der Wasserstoffplatte entwickelten Colonieen hatten das Aussehen kleiner milchiger Pünktchen, die in manchen Fällen eine Vertiefung auf der Gelatineoberfläche verursachten, glichen also auffallend sehr jungen Colonieen dieser Spirillen auf einer gewöhnlichen Plattencultur.

In einer Wasserstoffatmosphäre scheinen also von den drei von mir untersuchten Bacterien die Choleraspirillen in ihrer Entwickelungsfähigkeit am wenigsten zu leiden.

II. Versuche mit Kohlensäure.

Das Gas wurde aus Marmor und verdünnter Salzsäure in einem Kipp'schen Apparat erzeugt und durch eine gesättigte Lösung von Natriumcarbonat, ferner durch einen sterilisirten Baumwollepfropfen gereinigt.

Dieselben drei Bacterienarten wurden einer ganz ähnlichen Untersuchung wie oben unterworfen.

a) Mit dem Bacillus pyocyaneus.

I. Versuch. (4. März 1886.)

Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	Luftplatten (nach 2 Tagen)	CO_2-Platte (nach 9 Tagen)
	a) 22,412 b) 22,651	0 Die Platte wurde dann in eine feuchte Kammer mit Luft versetzt und nach 7 Tagen 2,023 Colonieen gefunden.

II. Versuch. (11. März 1886.)

Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	Luftplatten (nach 5 Tagen)	CO_2-Platten (nach 8 Tagen)
	a) 15,515 b) 18,950	a') 0 b') 0 Nach Uebertragung in eine mit Luft gefüllte feuchte Kammer wurden nach 3 Tagen a) 1,288 b) 1,150 Colonieen gefunden.

In der Kohlensäure-Atmosphäre vermögen also die Bacillen des grünblauen Eiters nicht nur sich nicht zu vermehren, sondern ein grosser Bruchtheil derselben wird in wenigen Tagen durch dieselbe getödtet.

b) Mit den Choleraspirillen.

Versuch. (11. März 1886.)

	Luftplatten	CO_2-Platten (nach 8 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	a) 4183 (nach 4 Tagen) b) 4440 (nach 5 Tagen)	a') 0 b') 0 Die Platten wurden dann in eine mit Luft gefüllte feuchte Kammer versetzt und nach 3 Tagen wieder untersucht, aber keine Colonieen gefunden.

c) Mit den Finkler'schen Spirillen.

Versuch. (11. März 1886.)

	Luftplatte (nach 4 Tagen)	CO_2-Platten (nach 8 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	12,107	a') 0 b') 0 Die Platten wurden dann in eine mit Luft gefüllte Kammer versetzt und nach 3 Tagen wieder untersucht, aber keine Colonieen gefunden.

Der schädigende Einfluss der Kohlensäure auf das Wachsthum der Cholera- und Finkler'schen Spirillen ist also viel intensiver als bei den Bacillen des grünblauen Eiters, denn es kommen nicht nur keine Colonieen in der CO_2-Atmosphäre zu Stande, sondern die sämmtlichen Spirillen werden durch die Kohlensäure innerhalb 8 Tagen so abgeschwächt resp. getödtet, dass nachträglich in einer gewöhnlichen Luftatmosphäre keine Colonieen mehr entstehen können.

III. Versuche mit Kohlenoxyd.

Das Gas wurde aus gelbem Blutlaugensalz und englischer Schwefelsäure dargestellt und durch gesättigte Natronlauge, ferner durch einen kleinen Kalkthurm und durch sterilisirte Baumwolle gereinigt.

Folgende Versuchsreihen wurden auf ähnliche Weise mit den drei Bacterienarten ausgeführt:

a) Mit dem Bacillus pyocyaneus.

I. Versuch. (19. März 1886.)

	Luftplatten (nach 4 Tagen)	CO-Platten (nach 8 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	a) 28,952 b) 27,794	a') 0 b') 0 Nachdem sie 3 Tage der Luft ausgesetzt waren, erschienen a') 20,558 Colonieen b') 16,142 „

II. Versuch. (29. März 1886.)

	Luft-Platten (nach 4 Tagen)	CO-Platten (nach 9 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	6,124	467 Nachdem sie 5 Tage der Luft ausgesetzt waren, erschienen 6,333 Colonieen.

III. Versuch. (10. April 1886.)

	Luftplatten (nach 4 Tagen)	CO-Platten (nach 7 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	113,978	0 Bei diesem Versuche wurde eine Schale mit Pyrogallussäure und Kalilauge in die feuchte Kammer gestellt, um mögliche Spuren freien Sauerstoffs zu beseitigen. Nachdem die Platte 4 Tage der Luft ausgesetzt war, erschienen 100,821 Colonieen.

Aus obigen Versuchen geht es sehr deutlich hervor, dass das Kohlenoxyd die Entwickelung der Bacillen des grünblauen Eiters vollständig hemmt, dass aber die Bacillen nicht etwa getödtet werden, denn bei nachherigem Zutritt der Luft kommt fast dieselbe Zahl von Colonieen zu Stande als auf den Platten, die von vorneherein der Luft ausgesetzt waren. Die Ergebnisse des II. Versuches deuten darauf hin, dass in diesem Falle noch Spuren von Luft vielleicht zugegen waren.

b) Mit den Choleraspirillen.

I. Versuch. (29. März 1886.)

	Luftplatten (nach 4 Tagen)	CO-Platten (nach 9 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	100	48 Nachdem die Platte 5 Tage der Luft ausgesetzt war, stieg die Colonieenzahl auf 76.

II. Versuch. (10. April 1886.)

	Luftplatten (nach 4 Tagen)	CO-Platten (nach 7 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	a) 2,800 b) 52,020 c) 52,470	a') 809 b') 19,494 Bei diesem Versuche wurde Pyrogallussäure angewandt. Die Platten wurden nachher 4 Tage der Luft ausgesetzt, aber die Zahl der Colonieen vermehrte sich nicht.

c) Mit den Finkler'schen Spirillen.

Versuch. (10. April 1886.)

	Luftplatten (nach 3 Tagen)	CO-Platten (nach 7 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	a) 4,574 b) 4,320	2 Bei diesem Versuche wurde Pyrogallussäure angewandt. Nachdem die Platte 4 Tage der Luft ausgesetzt war, stieg die Colonieenzahl auf 501.

In der Kohlenoxyd-Atmosphäre kommt also ein Bruchtheil der Choleraspirillen-Colonieen und ein sehr kleiner Bruchtheil der Finkler'schen zur Entwickelung; das nachherige Wachsthum an der Luft ist ein verhältnissmässig geringes, besonders bei den Choleraspirillen.

IV. Versuche mit Stickoxydul, Stickoxyd, Schwefelwasserstoff und schwefliger Säure.

Mit diesen Gasen wurden auch ganz ähnliche Versuche ausgeführt. Auf den Platten, die einer Atmosphäre von Stickoxyd, Schwefelwasserstoff oder von schwefliger Säure ausgesetzt waren, entwickelten sich keine Colonieen, auch nicht bei nachträglicher Versetzung an die Luft. Die drei Bacterienarten werden also von diesen Gasen schnell getödtet. Bei den Versuchen mit Stickoxyd wurde die Luft aus den feuchten Kammern zuerst mit Wasserstoff vertrieben, um die Bildung salpetriger Säure zu verhüten.

Anders verhielten sich die Mikroorganismen gegen Stickoxydul; in den Kammern, die mit diesem Gase erfüllt waren und in denen gleichzeitig Pyrogallussäure zugegen war, entwickelten sich keine Colonieen des B. pyocyaneus, aber nachträglich an der Luft wuchsen fast so viele Colonieen wie auf den Controlplatten heran. Unter den gleichen Verhältnissen entwickelte sich von den Choleraspirillen etwa ein Drittel der Colo-

nieenzahl in Stickoxydulatmosphäre und ein weiteres, aber nur spärliches Wachsthum kam dann noch nachträglich an der Luft zu Stande. Von den Finkler'schen Spirillen kam etwa ein Siebentel der Colonieen in dem Stickoxydul zu Stande, aber nachträglich an der Luft vermehrte sich die Zahl derselben bis zu etwa einem Fünftel der auf den Controlplatten gediehenen.

Diese Ergebnisse sind nachstehend tabellarisch zusammengefasst:

Versuche mit Stickoxydul.

Das Gas wurde durch Destillation von salpetersaurem Ammoniak in einer Retorte erzeugt und durch Natronlauge, durch einen kleinen Kalkthurm, ferner noch durch concentrirte Schwefelsäure und sterilisirte Baumwolle gereinigt. Bei sämmtlichen Versuchen wurde eine Schale mit Kalilauge und Pyrogallussäure in die feuchte Stickoxydul-Kammer gestellt.

a) Mit dem B. pyocyaneus.

Versuch. (10. April 1886.)

	Auf der Luftplatte (nach 4 Tagen)	Auf der N_2O-Platte (nach 7 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	113,978	0 Nachher an der Luft, nach 4 Tagen, hatten sich 89,368 Colonieen entwickelt.

b) Mit den Choleraspirillen.

Versuch. (10. April 1886.)

	Auf der Luftplatte (nach 4 Tagen)	Auf der N_2O-Platte (nach 7 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	a) 2,800 b) 52,020 c) 52,470	a') 903 b') 17,496 Von den nachträglich der Luft ausgesetzten Platten entwickelte a' keine weiteren Colonieen, während auf b' nach 4 Tagen die Colonieen auf 23,328 gestiegen waren.

c) Mit den Finkler'schen Spirillen.

Versuch. (10. April 1886.)

	Luftplatten (nach 3 Tagen)	N_2O-Platte (nach 7 Tagen)
Anzahl der Colonieen aus 1 ccm der Aufschwemmung	a) 4,574 b) 4,320	649 Die nachträglich der Luft ausgesetzte Platte zeigte nach 2 Tagen 816 Colonieen.

Das Stickoxydul verhält sich also gegen diese drei Bacterienarten wesentlich wie das Kohlenoxyd.

Schlussbemerkungen.

Aus den oben geschilderten Versuchsreihen mit den vier verschiedenen Gasarten geht sehr deutlich hervor, dass ein bedeutender Unterschied in der Einwirkung derselben auf Bacterien besteht. Von den vier Gasarten Wasserstoff, Kohlenoxyd, Stickoxydul und Kohlensäure vermögen die von mir untersuchten Bacterien den Wasserstoff entschieden am leichtesten zu ertragen, während die Kohlensäure die ungünstigste Einwirkung auf dieselben ausübt. Es liegt also kein Zweifel mehr vor, wie schon Liborius und C. Fränkel hervorgehoben haben, dass für Versuche über die Anaërobiose der Bacterien der Wasserstoff bei Weitem das geeignetste Mittel zur Luftvertreibung darstellt, während die Kohlensäure wegen ihrer sehr ausgesprochenen hemmenden und selbst keimtödtenden Wirkung vielen Bacterienarten gegenüber zu solchen Zwecken wenig geeignet, ja in vielen Fällen ganz unbrauchbar ist. Mag es auch unzweifelhaft sein, wie Buchner angiebt, dass alle solche Bacterien die Gährungen unter lebhafter Kohlensäureentwickelung erregen, auch in einer Kohlensäureatmosphäre zu gedeihen vermögen, so ist damit noch keineswegs gesagt, dass dieselben in einer solchen Atmosphäre auch die Höhe ihrer vollen Lebensthätigkeit erreichen; ja es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass ihre anaërobe Lebenskraft und also auch ihre Gährfähigkeit zu ihrer maximalen Entwickelung erst dann gelangen, wenn ihre gasförmigen Stoffwechsel- resp. Gährungsproducte durch ein wirklich indifferentes Gas wie Wasserstoff oder durch den leeren Raum entfernt werden. Es sprechen hierfür die Ergebnisse der über die Gährungsthätigkeit der Hefe von Boussingault (*Compt. rend.* XCI, p. 37) ausgeführten Versuche, durch welche der Beweis geliefert wird, dass in einem luftleeren Raume die Alkoholgährung viel rascher und energischer verläuft als bei gewöhnlichem Drucke.

Was das specielle Verhalten der drei Bacterienarten gegen Kohlensäure anbetrifft, so stimmen die Ergebnisse meiner Versuche mit denen der Fränkel'schen fast vollständig überein. In beiden Versuchsreihen wurde gefunden, dass das Wachsthum des B. pyocyaneus durch Kohlensäure vollständig aufgehoben wurde, dass aber bei nachherigem Luftzutritt das Wachsthum und die Farbstoffbildung anfängt.

Bei beiden Versuchsreihen ergab es sich wieder, dass die Wachsthumshemmung der Cholera- und Finkler'schen Spirillen durch Kohlensäure eine vollständige ist, aber während C. Fränkel bei nachherigem Luftzutritte stets ein Wachsthum, wenn auch ein sehr verringertes, wahrnahm, habe ich bei meinen Versuchen kein nachheriges Wachsthum an

der Luft beobachten können. Es ist dies aber ein Unterschied, der sehr wahrscheinlich in einer zufälligen Differenz in der Widerstandsfähigkeit der angewandten Culturen seine Erklärung findet.

Besonders auffallend ist das Ergebniss, welches aus den quantitativen Resultaten beider Versuchsreihen hervorgeht, dass nämlich ein grosser Unterschied in der individuellen Widerstandsfähigkeit der einzelnen Organismen aus derselben gewöhnlichen Cultur herrscht und dass Zustände, die auf die Mehrzahl der Individuen schnell tödtlich einwirken, einen zäheren, widerstandsfähigeren Rest der Bacterien unverletzt lassen. Auf ein ähnliches Verhalten habe ich schon früher bei dem Hineinbringen der Cholera-spirillen und der Bacillen des grünblauen Eiters in Trinkwasser aufmerksam gemacht; hier kam es wiederholt zur Beobachtung, dass die grosse Mehrzahl der in Wasser eingesäeten Organismen schnell abstarb, während ein kleiner Bruchtheil viel länger fortlebte, ja sogar nachträglich eine gewisse Vermehrung wahrnehmen liess.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Untersuchungen über Brunnendesinfection und den Keimgehalt des Grundwassers.

Von

Dr. Carl Fränkel,
Privatdocenten und Assistenten am hygienischen Institut zu Berlin.

So oft man sich in Zeiten grösserer Epidemieen, besonders beim Auftreten einer neuen, vorher unbekannten Seuche mit der Frage nach der Herkunft des verderblichen Ansteckungsstoffes, nach dem ursprünglichen Ausgangsorte des Uebels oder der Gelegenheit seiner weiteren Verbreitung beschäftigt hat, hat man fast stets in erster Linie das Trinkwasser angeschuldigt, hier von wesentlichster Bedeutung zu sein und die eigentliche Quelle der Infection darzustellen. Ist diese Anschauung auch nicht ohne Widerspruch geblieben, so hat sie sich doch immer von Neuem mit Erfolg geltend gemacht, und von jenen Tagen einer fernen Vergangenheit an, in denen man die Entstehung einer Epidemie häufig genug aus einer unmittelbaren, unter Umständen absichtlichen Vergiftung der Brunnen herleiten wollte, weiss die Geschichte der Seuchenforschung auf jeder Seite von der Wichtigkeit und dem Einfluss der „Trinkwassertheorie" zu berichten. Die Pumpe von Broadstreet hat nicht nur in der Cholerafrage eine entscheidende Rolle gespielt, sondern auch den wesentlichsten Anstoss für die Entwickelung einer neuen Aera auf dem Gebiete der öffentlichen Gesundheitspflege überhaupt gegeben.

In der That lag der Ansicht von dem gefährlichen Charakter des Trinkwassers, mochten die einzelnen Aeusserungen derselben häufig genug auch weit über das Maass hinausgehen, doch eine im Grossen und Ganzen richtige Auffassung und Erkenntniss der Dinge zu Grunde. Kein anderes menschliches Nahrungs- oder Genussmittel findet eine so allgemeine und vielfache Anwendung, wird vor dem Gebrauche so wenig verändert und

damit etwaiger Schädlichkeiten entkleidet, wie das Wasser, kein anderes ist bei alledem in der Regel Verunreinigungen jeder Art so schutzlos preisgegeben, wie eben dieses. Und hat man hiermit schon unter gewöhnlichen Verhältnissen zu rechnen, so wird die Gefahr eine noch grössere, wenn Umstände eintreten, welche die Möglichkeit einer Infection des Trinkwassers besonders naherücken und das Eindringen der krankmachenden Stoffe in dasselbe irgendwie begünstigen.

Als derartige Gelegenheiten kommen beispielsweise nicht gerade selten ausgedehntere Ueberschwemmungen in Betracht, welche den an und für sich schon bedenklichen Inhalt der offenen Wasserläufe weithin in die Umgebung verbreiten, ihn hier mit neuen Schmutzstoffen sättigen und dann auch in die wichtigsten Entnahmestellen des eigentlichen Trinkwassers, in die Brunnen, einführen, um diese zu verschlammen und auf das Nachhaltigste zu verunreinigen.

Mit Recht hat sich daher auch die Aufmerksamkeit der Gesundheitsbehörden neuerdings auf diesen Punkt gerichtet. Als im März v. J. die östlichen Provinzen der Monarchie besonders schwer durch Ueberfluthungen heimgesucht wurden und die aus den Ufern getretenen Flussläufe weite Landstrecken unter Wasser gesetzt hatten, erliess das Ministerium unter dem 9. April 1888 ein „Rundschreiben, betreffend die Gesundheitsschädigungen durch Ueberschwemmungen“, welches zweckentsprechende Vorschriften zur Bekämpfung der üblen Folgen der Calamität gab und unter Anderem auch besagte: „Was die Brunnen betrifft, so ist nach den bisherigen Erfahrungen anzunehmen, dass die sogenannten abessynischen (Röhren-)Brunnen unter dem Einfluss der Ueberschwemmung in der Regel nicht leiden und fortgesetzt zu benutzen sein werden. Die Wiederherstellung der Pumpbrunnen erfolgt durch möglichst vollständiges Auspumpen und Reinigen der Kessel, welche hierauf mit Kalkpulver zu desinficiren sind. Die Schöpfbrunnen werden thunlichst ausgeschöpft und alsdann wird in dieselben eine mässige Portion Kalkpulver oder auch gebrannter Kalk in gröberen Stücken geschüttet. Zeigt sich nach wieder erfolgter Ansammlung des Wassers dasselbe (von Kalk) erheblich getrübt, so ist das Auspumpen und Ausschöpfen noch einmal zu wiederholen.“

Es konnte nun zweifelhaft erscheinen, ob die hier angegebenen Maassregeln in der That im Stande sein würden, ihren Zweck zu erfüllen, und ob es überhaupt möglich sei, Infectionsstoffe, die einmal in einen Brunnen gelangt sind, mit Sicherheit aus demselben zu entfernen.

Die Beantwortung dieser Frage war nur auf dem Wege des Versuchs zu erreichen; wie wir den Werth eines beliebigen Desinfectionsmittels jetzt regelmässig so feststellen, dass wir die Wirksamkeit desselben gegenüber

den uns bekannten widerstandsfähigsten Infectionserregern, den Milzbrandsporen, prüfen, so musste auch in dem vorliegenden Falle die Brauchbarkeit des Verfahrens sich unmittelbar nach seinem Verhalten gegen derartige sehr resistente Dauerformen bestimmter Mikroorganismen beurtheilen lassen, die man vorher absichtlich und in grösserer Menge direct in den Brunnen eingebracht hatte.

Daneben verlangte allerdings noch eine andere Thatsache entschiedene Beachtung. Welchen Vortheil konnte es bringen, welchen Zweck konnte es haben, heute einen Brunnen von Infectionsstoffen zu befreien, der denselben morgen schon wieder bereitwilligst Einlass gewährte, dessen ganze Anlage so beschaffen war, dass dem Eindringen irgend welcher Verunreinigungen jederzeit Thür und Thor offen stehen mussten. Vor allen Dingen waren deshalb hier die Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Brunnenconstructionen zu berücksichtigen, ein Punkt, der auch in jener oben erwähnten Ministerialverfügung schon entsprechenden Ausdruck gefunden hatte.

Abgesehen von den zuweilen als „Brunnen" bezeichneten Cisternen, welche das Regenwasser sammeln und für den Gebrauch aufspeichern, dient den Brunnen jeder Art bekanntlich als Speisung das Grundwasser, mag dasselbe nun freiwillig als „Quelle" zu Tage treten oder erst künstlich durch eine Bohrung u. s. w. erschlossen werden. Auch das Grundwasser stammt in letzter Linie aus den atmosphärischen Niederschlägen, die nach einer gebräuchlichen Schätzung etwa zum dritten Theile in den Boden versickern und über der ersten undurchlässigen Schicht desselben ein unterirdisches Flüssigkeitsreservoir von verschiedener Höhe und Ausdehnung bilden. Wechseln mehrere durchlässige und undurchlässige Lagen mit einander ab, so findet sich zwischen denselben das Grundwasser etagenartig in verschiedenen Zonen vor, und wenn ein Brunnen bis in diese tieferen Schichten, in das sogenannte Untergrundwasser reicht, so pflegt man ihn wohl im Gegensatz zu den gewöhnlichen Flachbrunnen als „Tiefbrunnen" besonders zu bezeichnen.

Nach ihrer Anlage unterscheidet man nun, wie in kurzer Erinnerung an allgemein bekannte Thatsachen bemerkt sein mag, im Wesentlichen zwei Arten von Brunnen. Bei den Kesselbrunnen taucht in das wasserführende Gebiet ein umfangreiches, ummauertes Bassin ein. Die Wandungen desselben sind meist aus Backsteinen zusammengesetzt und die Fugen der letzteren mit porösem Lehm ausgestrichen oder auch nur mit lockerem Moos etc. verlegt. Es geschieht dies, damit die Bodenfeuchtigkeit auch von der Seite her Eintritt in den Brunnen finden kann, während ihre Hauptmenge dem Kessel durch die offene untere Fläche zuströmt.

Die Construction dieser Brunnen wird so bewerkstelligt, dass man den Kesselraum unmittelbar ausgräbt, das Mauerwerk von innen her aufführt und dasselbe schliesslich, um ein späteres Einstürzen zu verhüten, so lange (mit „Maschinen") beschwert, bis es vollständig fest in den Boden eingedrückt ist. Das Wasser, welches sich in dem Bassin ansammelt, wird dann entweder mit Eimern heraufgeschöpft — Schöpfbrunnen — oder durch eine Pumpvorrichtung emporgehoben — Pumpbrunnen. Die obere Oeffnung der Kesselbrunnen bleibt vielfach völlig frei, wird aber häufig auch irgendwie verdeckt, und vom einfachen Bohlenbelag bis zur fest gemauerten Ueberwölbung finden sich hier Verschlüsse jeder Art.

Bei den Röhrenbrunnen kommt der Kessel in Fortfall oder schrumpft vielmehr zu einem eisernen Rohre zusammen, welches in die Wasserschicht hinabreicht. Am unteren Ende desselben befindet sich der gewöhnlich etwa 1 ^{m} lange, abgestumpfte „Sauger", der entweder, wie das Rohr selbst, aus verzinktem Eisenblech oder aus Kupfer besteht. Der Sauger ist von einer grossen Anzahl meist $^1/_2$zölliger Löcher durchbrochen, die ihrerseits wieder umsponnen werden von einem feinen Netz aus Messingdraht. Es soll diese Einrichtung das Eindringen von Sand und gröberen Massen in das Innere des Rohrs verhindern. Eine Saugpumpe, die vom oberen Stück der Röhre getragen wird, hebt das Wasser in dem Brunnen aufwärts. Die Einführung der Röhrenbrunnen geschieht meist auf eigenthümliche Weise. Zunächst wird das Erdreich an der Stelle, wo der Brunnen Platz nehmen soll, bis zu geringer Tiefe, 1 bis 2 ^{m} einfach ausgehoben, ausgeschaufelt, dann mit dem Trockenbohrer oder einem ähnlichen Instrumente in die Nähe der wasserführenden Schicht vorgedrungen und nun erst der eigentliche Brunnen angelegt. Zu diesem Zweck wird ein 15 bis 20 ^{cm} im Durchmesser haltendes Eisenrohr, das Bohrrohr, welches von vorneherein schon die Länge des späteren Brunnenrohrs besitzen muss, in die vorläufig angelegte Grube eingestellt und dann allmählich in die Tiefe getrieben. Es wird das so erreicht, dass man die Erde, auf welcher das Bohrrohr aufsteht, von innen her heraufhebt und entfernt, hierdurch dem Rohr den Boden unter den Füssen entzieht und dasselbe damit weiter und weiter versinken lässt.

Die Förderung der Erdmassen wird bewirkt, indem man von oben her Wasser in das Rohr einschüttet, den Boden am Grunde desselben aufschwemmt und nun in das breiigweiche Gemenge einen Ventilheber, den „Cylinderbohrer", eintaucht, der sich mit dem Schlamme füllt und von Zeit zu Zeit aus dem Rohre entfernt werden muss, um geleert und auf's neue eingeführt zu werden. Ist das Bohrrohr weit genug vorgedrungen, so wird das Pumprohr mit dem Sauger in dasselbe eingehoben und dann das Bohrrohr selbst, die „Fütterung", herausgezogen. Das um-

gebende Erdreich stürzt jetzt gegen das Brunnenrohr und legt sich demselben bald von allen Seiten als fester Mantel wieder an.

Die beiden hiermit skizzirten Arten von Brunnen verhalten sich nun einer eventuellen Infectionsgefahr gegenüber ganz verschieden, ein Punkt, auf den zuerst von Koch[1] mit Nachdruck hingewiesen worden ist. In die Kesselbrunnen können Verunreinigungen von oben her meist ohne jede Schwierigkeit eindringen, da die Bedeckung, wenn überhaupt vorhanden, vielfach so mangelhaft hergestellt ist, dass Infectionsorganismen durch dieselbe in keiner Weise zurückgehalten werden.

Noch bedenklicher ist freilich die Thatsache, dass derartige Stoffe auch von der Seite, von den dem Brunnen benachbarten Bodenschichten aus in den Brunnen Eintritt zu finden vermögen. Fast niemals ist das Mauerwerk des Kessels von so tadelloser Beschaffenheit, so frei von Spalten und Rissen, sind seine Fugen so sorgfältig verschmiert, dass den Schädlichkeiten jeder Art nicht zahlreiche Einfallspforten offen ständen. Es rührt dies daher, dass die ganze Masse des schweren Kessels ohne Unterlage, ohne Fundament frei im Boden aufgehängt ist, geringe Bewegungen und Verschiebungen der umliegenden Erdschichten deshalb schon genügen, um den gemauerten Wandungen den Halt zu nehmen und sie auseinander weichen zu lassen. Erfahrene Brunnenmacher versichern auf das Bestimmteste, dass kein Brunnenkessel, selbst die best cementirten oder asphaltirten Anlagen nicht, auf die Dauer dicht und lückenlos zu bleiben vermöge. Wenn man nun sieht, wie sich gerade in unmittelbarer Nähe des Brunnens häufig genug die Stelle befindet, welche als Ausguss benutzt wird, bestimmt ist, die festen und flüssigen Abfallsstoffe des menschlichen Haushalts aufzunehmen, dass die Waschbank, wo unter Umständen die mit Infectionsstoffen beschmutzten Wäschestücke u. s. w. gereinigt werden, auch nicht fern vom Brunnen zu stehen pflegt, so wird man diese Gefahr schon von vorneherein nicht eben gering schätzen. Dazu kommt aber noch eine Thatsache. Ein solcher Kesselbrunnen wirkt im Boden wie ein gewaltiges Drainrohr, er zieht nicht nur das Grundwasser, sondern auch die flüssigen Substanzen, welche die oberflächlichen Schichten des Bodens durchtränken, aus weitem Umkreise an sich. Auf diese Weise kommt es zur Herstellung ganz regelmässiger Verbindungswege zwischen dem Brunnen und anscheinend entfernt liegenden Oertlichkeiten, undichten Senkgruben u. a. m., welche eine ganz unmittelbare und äusserst gefährliche Verunreinigung des Trinkwassers im Gefolge haben können.

---

[1] Koch, Die Bekämpfung der Infectionskrankheiten. *Rede zur Stiftungsfeier der militär-ärztlichen Bildungsanstalten.* 1888. S. 25. — Plagge und Proskauer, *diese Zeitschrift.* Bd. II. Hft. 3. S. 479.

Die Unzuträglichkeiten, die aus diesen Verhältnissen hervorgehen, würden sich zweifellos noch häufiger bemerklich machen, noch deutlicher zu Tage treten, wenn sich die filtrirende Kraft des Bodens nicht vielfach in's Mittel legte. Dieselbe setzt, wie bekannt, schon der Bewegung der gelösten Stoffe, in noch höherem Maasse aber dem Durchtritt geformter, körperlicher Elemente, also der eigentlichen Infectionserreger, so erhebliche Schwierigkeiten entgegen, dass sie als eine sehr wirksame Schutzvorrichtung gegen die allzu rasche und weite Verbreitung der schädlichen Substanzen angesehen werden darf. Aber auf der anderen Seite muss der Werth dieses Factors gerade für den vorliegenden Fall auch nicht überschätzt werden. Handelt es sich hier doch ausschliesslich um die oberflächlichen Schichten des Erdreichs, die theilweise noch besonders aufgelockert und aus ihrem natürlichen Zusammenhang, aus ihrer ursprünglichen Lagerung gelöst sind; der Mechanismus der Bodenfiltration kann deshalb nur in beschränkter Ausdehnung in Thätigkeit treten, und die erörterten Verhältnisse bilden unbedingt eine ernste Gefahr für die Qualität des betreffenden Wassers.

Die Röhrenbrunnen sind in dieser Hinsicht erheblich besser gestellt. Ist der obere Verschluss auch kein vollkommener, kein durchaus keimdichter und damit den Mikroorganismen der Eintritt in das Innere des Brunnenrohrs nicht gänzlich versperrt, so können doch die eigentlich bedenklichen Substanzen, welche in der Praxis die Infectionserreger zu enthalten pflegen, beispielsweise Typhusstühle, Choleraabgänge, schmutziges Waschwasser, Abfallstoffe jeder Art gar nicht oder doch nur in seltenen Ausnahmefällen, eben bei Ueberschwemmungen z. B. in den Brunnen gelangen.

Von der Seite her ist eine Verunreinigung der Röhrenbrunnen aber völlig unmöglich, und das hauptsächlichste Bedenken gegen die Einrichtung der Kesselbrunnen kommt hier ganz von selbst in Fortfall, eine Thatsache, welche nebenbei deutlich genug darauf hinweist, dass die erwähnten Mängel der Kesselbrunnen zu den vermeidbaren Uebelständen gehören und eine Beseitigung derselben von der Gesundheitspflege verlangt werden muss.

Dagegen ist es von vorneherein klar, dass die Röhrenbrunnen in ganz demselben Maasse wie die Kesselbrunnen einer Infection offenstehen, welche von unten her ihren Weg in den Brunnen zu finden vermag, welche vom Grundwassergebiete aus statthat. Ist das letztere in der Regel oder auch nur häufiger dem Eindringen der Infectionsstoffe zugänglich, so ist damit eine immerwährende Quelle der Gefahr gegeben, welcher nicht begegnet werden kann, und die einmalige Reinigung eines Brunnens muss als eine Leistung von sehr vergänglichem Werthe und geringer Bedeutung erscheinen. Die Frage einer wirksamen Brunnendesinfection

kann daher nur im Zusammenhang mit der Frage vom Keimgehalt des Grundwassers, von den Beziehungen desselben zu den Mikroorganismen entschieden werden. Eben diese ist aber vorläufig keineswegs als endgiltig gelöst zu erachten.

Auffallender Weise liegen nämlich bisher nur ganz vereinzelte experimentelle Arbeiten vor, welche sich unmittelbar auf dem Wege des Versuchs mit diesem wichtigen Gegenstande beschäftigen, so wünschenswerth zuverlässige Ermittelungen hierüber doch auch im Hinblick auf eine Reihe anderer naheliegender Punkte auf verwandten Gebieten sein müssten. Seitdem Pettenkofer den Satz von einem regelmässigen Zusammenhang der Bewegungen des Grundwassers mit dem Auftreten, Fortschreiten und Verschwinden der bedeutendsten Infectionskrankheiten proclamirt hat, hat unter dem Einfluss seiner Anschauungen vielfach die Vorstellung festen Fuss gefasst, dass gerade das Grundwasser auch die eigentliche Quelle des Uebels, die Brut- und Herkunftsstätte der verderblichen Stoffe sei, welche die Entstehung der Epidemieen veranlassten. Wenn von jener Seite auch neuerdings[1] mit besonderem Nachdruck betont zu werden pflegt, dass man eine derartige unmittelbare Beziehung zwischen den genannten Factoren niemals behauptet und also die Keime der Cholera asiatica oder des Typhus abdominalis niemals im Grundwasser vermuthet habe, so ist dieser behutsamere, vorsichtigere Standpunkt doch sicherlich nicht immer mit der nöthigen Entschiedenheit und Schärfe gekennzeichnet worden. Konnte ein Missverständnissen so wenig zugänglicher Mann wie Virchow[2] zu dem Urtheile kommen, „dass Pettenkofer in der späteren Zeit mehr und mehr dahin gelangt sei, das Grundwasser als die nothwendige Vorbedingung einer Epidemie, gewissermassen als den Sitz der Krankheitskeime anzusehen", so wird man sich gewiss nicht darüber wundern dürfen, dass der stets wiederholte Hinweis auf die hervorragende Bedeutung der Bodenfeuchtigkeit für die Ausbreitung der betreffenden Seuchen doch nur allzusehr geeignet war, derartige Ansichten an vielen Stellen wachzurufen und zu bestärken. Man malte sich aus, wie mit dem Sinken des Grundwassers die unmittelbar über demselben gelegenen Bodenschichten, die von Infectionsstoffen, d. h. mit anderen Worten von lebensfähigen Mikroorganismen wimmeln sollten, zum Schauplatz umfangreicher Zersetzungsprocesse würden und damit die Gelegenheit zur Erzeugung specifischer Krankheitsgifte erhielten, und glaubte endlich gar, in dem unterirdischen Wasserreservoir den geheimnissvollen Hexenkessel sehen zu müssen, in welchem

[1] Soyka, *Deutsche Vierteljahrschr. f. öffentl. Gesundheitspflege.* 1888. S. 638.

[2] *Gesammelte Abhandlungen aus dem Gebiete der öffentlichen Medicin und der Seuchenlehre.* Bd. II. S. 278.

dunkle Kräfte zu geeigneter Zeit und am geeigneten Orte der Menschheit Tod und Verderben zu brauen vermöchten.

Als man dann die Ursache des Milzbrands, des Typhus, der Cholera in Gestalt bestimmter, wohlcharakterisirter Stäbchenbacterien kennen lernte und es möglich wurde, die besonderen Lebenseigenschaften dieser Krankheitserreger näher zu erforschen und sicher festzustellen, ergab es sich bald genug, dass dieselben nicht die Fähigkeit besassen, sich in etwas tiefer gelegenen Bodenschichten zu entwickeln und fortzukommen. Schon die verhältnissmässig niedrige Temperatur, welche bei uns selbst während der Sommermonate in 2 bis 3 m Tiefe zu herrschen pflegt, ist ein ausreichendes und unbesiegbares Hinderniss für das Wachsthum der Typhus- oder Cholerabacillen und es lässt sich unmittelbar auf dem Wege des Versuchs[1] darlegen, dass die genannten Bacterienarten in 2 bis 3 m Tiefe nicht mehr zu gedeihen im Stande sind.

Andererseits ist aber die Möglichkeit nicht ohne Weiteres von der Hand zu weisen, dass weniger empfindliche Mikroorganismen sich über diese Schwierigkeit wohl hinwegsetzen, deshalb auch im eigentlichen Grundwassergebiete noch die Bedingungen ihrer Existenz vorfinden könnten, und Diejenigen, welche der Ansicht zu huldigen geneigt waren, dass „dort unten“ in der That noch der Schauplatz eines regen Bacterienlebens sei, vermochten sich sogar auf den Ausfall einer ganzen Reihe sorgfältiger, mit den vervollkommneten Hilfsmitteln der neueren Technik ausgeführter Untersuchungen zu berufen. Aus der umfassenden Zusammenstellung Wolffhügel's[2] über zahlreiche, an den verschiedensten Orten vorgenommene Beobachtungen des Keimgehalts brauchbarer Trink- und Nutzwässer geht mit genügender Deutlichkeit hervor, dass das fast ausschliesslich zur Speisung der untersuchten Brunnen verwendete Grundwasser, selbst wenn es freiwillig als Quellwasser zu Tage trat, beinahe regelmässig mehr oder minder reichliche Mengen von Mikroorganismen — bis zu vielen Tausenden in 1 ^{cm3} — enthielt und nur in einigen wenigen Ausnahmefällen keimfrei oder nahezu keimfrei befunden wurde. Die Namen der Beobachter bürgen für die Richtigkeit dieser Ergebnisse; dasselbe steht aber trotzdem nicht ganz im Einklang mit Resultaten, welche von anderer Seite[3] bei directen Bodenuntersuchungen gewonnen wurden und ein ziemlich rasches Verschwinden der Keime nach der Tiefe hin, ein vollständiges Fehlen derselben im Grundwassergebiete festzustellen vermochten — ein Widerspruch, welcher bei dem Mangel an sonstigen experimentellen Ermittelungen über den Gegenstand doch mindestens

---

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 579 ff.

[2] *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.*

[3] *Diese Zeitschrift.* Bd. II. 1887. S. 521—582.

darauf hinweist, dass die Frage vom Bacteriengehalt des Grundwassers noch nicht als endgiltig entschieden anzusehen sei.

Plagge äussert sich in seiner bereits erwähnten klassischen Darlegung der im Koch'schen Laboratorium giltigen Anschauungen über die Wasserfrage freilich ganz im Allgemeinen (S. 478) dahin: „Nach Allem, was die mit den nöthigen Vorsichtsmassregeln ausgeführten Untersuchungen des Grundwassers ergeben, können wir nicht umhin, dasselbe im Allgemeinen und vorbehaltlich des im einzelnen Falle besonders zu führenden Nachweises als ein gut filtrirtes und gegen Infectionsstoffe sicher geschütztes Wasser anzusehen", aber genauere Mittheilungen über derartige „mit Vorsichtsmassregeln ausgeführte Untersuchungen" und Nachweise im einzelnen Falle vermochte ich trotz meiner Bemühungen in der mir zugänglichen Literatur nicht aufzufinden, und es erschien mir deshalb eine unumgängliche Vorbedingung weiterer Experimente über die Reinigung der Brunnen zu sein, zunächst einmal den Zustand des unterirdischen Wassers in bacteriologischer Hinsicht sicher festzustellen und damit eine feste Grundlage für die richtige Beurtheilung der vorliegenden Verhältnisse zu schaffen.

Als Versuchsstation dienten mir zwei Röhrenbrunnen auf dem Hofe unseres hygienischen Instituts; beide sind vor etwa $2^1/_2$ Jahren eingesetzt und bisher nur wenig benutzt worden. Der eine derselben, im Folgenden als Brunnen a bezeichnet, liegt dicht an der Strasse und in unmittelbarer Nähe derjenigen Stelle des Grundstücks, auf welcher sich schon seit langer Zeit die sogenannte „Müllgrube" befindet, die Ablagerungsstätte der festen Abfallstoffe der Berliner Häuser, welche bekanntlich noch auf dem Wege einer sehr unvollkommenen Abfuhr entfernt werden. Geht die letztere nicht ganz regelmässig von Statten, so kommt es wohl zu einer Ueberfüllung des Sammelkastens und die Umgebung desselben muss die Reste und Schmutzstoffe aufnehmen. Die Stelle, wo der Brunnen seinen Platz hat, zeichnete sich in Folge dessen häufig nicht gerade durch besondere Reinlichkeit aus. Es mag zur weiteren Orientirung noch bemerkt werden, dass der Theil der Stadt, in welchem das Institut, also auch der Brunnen, liegt, zu den ältesten Vierteln Berlins gehört, seit vielen Jahrhunderten bewohnt und bebaut ist und sich ausserdem in der Nähe des Flusses, der Spree, von welchem unser Gebäude nur wenige Hundert Meter entfernt ist, hinzieht. Als am 10. April v. J. die Versuche mit diesem Brunnen begonnen wurden, war derselbe nachweislich seit mehreren Monaten nicht im Gebrauch gewesen. Das Grundwasser stand an dem genannten Tage nach einer Messung an der Grundwasserbeobachtungsstation auf dem Hofe unseres Instituts auf $4 \cdot 48^m$ (Entfernung des Grundwasserspiegels von der Oberkante des Standrohrs), die mittlere Tagestemperatur betrug 12°.

Das erste ausgepumpte, in einem sterilen Glaskolben aufgefangene Wasser enthielt, wie sich vermittelst des Plattenverfahrens in der bekannten Weise leicht feststellen liess, 10,800 Keime in 1 $^{cm^3}$. Da man von vornherein erwarten durfte, dass sich in Folge des langen Ruhestandes in dem stagnirenden Inhalt des Brunnens eine besonders lebhafte Bacterienvegetation entwickelt haben würde, die erst allmählich durch von unten frisch zuströmendes Wasser aus dem Rohre ausgespült werden könnte, so wurden sofort nach dem ersten Liter noch 500 weitere, gemessen in einem jedesmal genau 10 Liter fassenden Zinkeimer, aus dem Brunnen entnommen. Es enthielten

Liter 2	= 7200
„ 50	= 560
„ 100	= 154
„ 200	= 120
„ 500	= 54

Keime in 1 $^{cm^3}$. Als am nächsten Tage der gleiche Versuch wiederholt wurde, ergab sich, dass

Liter 1	= 7000
„ 50	= 140
„ 100	= 160
„ 200	= 84
„ 500	= 42

Keime in 1 $^{cm^3}$ aufwies. Auch am dritten Tage war eine Verminderung der Keimzahl nicht zu bemerken:

Liter 1	= 11200
„ 10	= 160
„ 100	= 150
„ 200	= 74
„ 500	= 160

und selbst als die Menge des herausgepumpten Wassers verdoppelt wurde, wurde das Resultat kein wesentlich anderes

13./IV. 1888		14./IV.	
Liter 1	= verfl.	Liter 1	= verfl.
„ 50	= 130	„ 100	= 230
„ 100	= 150	„ 200	= 160
„ 200	= 42	„ 500	= 42
„ 500	= 20	„ 1000	= 30
„ 1000	= 18		

Der ziemlich steile Abfall der Bacterienmenge vom ersten schon auf die nächstfolgenden Liter wies allerdings deutlich genug darauf hin, dass die sehr erhebliche Keimzahl des anfänglich ausfliessenden Wassers in der That nur einer lebhaften Entwickelung der Mikroorganismen inner-

halb des Brunnens selbst ihre Entstehung verdankte und deshalb mit jedem oben ausströmenden, bezw. von unten neu zuströmenden Liter eine entsprechende Verminderung erfahren musste. In geradezu typischer Weise trat diese durchaus regelmässige Abnahme besonders dann hervor, wenn die 10 ersten Liter der Reihe nach einzeln zur Untersuchung herangezogen wurden; man fand z. B.:

16./IV.		17./IV.		19./IV.	
Liter 1	= 6400	Liter 1	= 11200	Liter 1	= verfl.
„ 2	= 5000	„ 2	= 13000	„ 2	= 6000
„ 3	= 4200	„ 3	= 2800	„ 3	= 2400
„ 4	= 1400	„ 4	= 2400	„ 4	= 1400
„ 5	= 800	„ 5	= 2000	„ 5	= 800
„ 6	= 800	„ 6	= 720	„ 10	= 160
„ 7	= 450	„ 7	= 420	„ 500	= 20
„ 8	= 380	„ 8	= 520	„ 1000	= 22
„ 9	= 360	„ 9	= 360		
„ 10	= 320	„ 10	= 320		
„ 500	= 360	„ 500	= 110		

Ein besonders anschauliches Bild von den Vorgängen, die diesen Befunden zu Grunde liegen, lieferte ein anderer Versuch: Als am 16./IV. das 500. Liter 360 Keime enthielt, fanden sich 6 Stunden später in dem erst ausströmenden Wasser schon wieder 6800, im 5. Liter noch 3800, im 10. 620, im 100. 80 Keime vor und am 19./IV. 4 Stunden nach der Entnahme des 22 Keime führenden 1000. Liters waren wieder in

Liter 1 . . . . = 8400
„ 2 . . . . = 2200
„ 100 . . . . = 200

Keime anzutreffen.

Diese Verhältnisse machen es begreiflich, dass eine sehr energische Ausspülung des Rohres nöthig ist, um die in demselben gebildeten Bacterienmassen rein mechanisch zu entfernen; die Thatsache aber, dass auch das 500. und selbst das 1000. in ununterbrochenem Zuge ausgepumpte Liter regelmässig noch eine nicht ganz unerhebliche Anzahl von Mikroorganismen aufweist, wird hierdurch allein **nicht** in genügendem Maasse erklärt. Handelte es sich wirklich nur um eine derartige, unter Umständen von einem zum anderen Tage entstandene Bacterienvegetation, so müsste beispielsweise 1 ^{m3} Wasser unbedingt ausreichen, um den 200 mal geringeren Inhalt des Brunnenrohres[1] so vollständig zu verdünnen und zu ersetzen, dass kein Theil desselben mehr zurückbleibt.

[1] Der Inhalt des Brunnenrohres ist bei einem Grundwasserstand von 4^{m} (Entfernung der Oberkante vom Grundwasserspiegel), da die gesammte Länge des Rohres 8^{m}, die des im Wasser stehenden Stückes also 4^{m} und der Durchmesser des Rohres 4^{cm} beträgt, auf annähernd 5 Liter zu berechnen.

Das hartnäckige Auftreten von Mikroorganismen in den, wenn man so sagen darf, tieferen Wasserproben ist zweifellos noch auf eine andere Veranlassung zurückzuführen.

Am nächsten liegt es begreiflicher Weise, das Grundwasser selbst für diese Erscheinung verantwortlich zu machen und den Ursprung der „constant" im Brunnenwasser befindlichen Keime unmittelbar in das von unten frisch zuströmende Wasser zu verlegen. Will man dies aber thun, so muss eine andere Möglichkeit vorher mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Kommt es nämlich innerhalb des Brunnens zu einer so energischen Vermehrung der Bacterien, wie es nach den soeben mitgetheilten Beobachtungen der Fall ist, so werden sich die neu gebildeten Mikroorganismen zunächst frei im Wasser schwimmend erhalten; nach und nach setzt sich jedoch eine Anzahl auch an den Wandungen des Brunnens, an dem Rohre ab, fasst hier festen Fuss und breitet sich allmählich auf der sicheren Unterlage durch fortschreitendes Wachsthum aus. Je ungestörter sich dieser Vorgang entwickeln kann, um so weitere Ausdehnung wird er erreichen und namentlich also in solchen Brunnen, welche längere Zeit ausser Betrieb und sich selbst überlassen waren, erhebliche Dimensionen annehmen. Ist es aber einmal zur Entstehung einer derartigen Haut gekommen, die aus massenhaften Zoogloeen der hier gediehenen Mikroorganismen zusammengefilzt ist, so ist dieselbe durch einfache Spülung nicht wieder aus dem Brunnen zu entfernen. Es gehen wohl fortdauernd kleine Theile der Membran in das durchlaufende Wasser über und veranlassen so das regelmässige Auftreten von Keimen in jeder das Rohr passirenden Menge derselben, aber eine endgiltige Beseitigung der zäh anhaftenden Decke erfordert eingreifendere Mittel.

Um ein klares, ungefälschtes Bild von dem Zustande des in den Brunnen eintretenden Grundwassers zu erlangen, ist es deshalb unumgänglich nöthig, diese Quelle fortdauernder Verunreinigung desselben zu verschliessen; mit anderen Worten: das Brunnenrohr, welches uns als Entnahmeinstrument für das unveränderte Grundwasser dienen soll, muss hierfür zunächst sterilisirt und sicher keimfrei gemacht werden.

Es wurde daher am 28./IV., nachdem die am 27./IV entnommenen Proben noch 11200 Keime im 1. Liter, 110 im 100. und 22 im 500. aufgewiesen hatten, der Pumpenkopf vom Rohre losgeschraubt und zwei Stunden lang in eine 2 procentige wässerige Carbolsäurelösung eingelegt, das Rohr selbst aber zuerst mechanisch vermittelst einer langgestielten Bürste gründlich ausgerieben und gesäubert und endlich 12 Liter einer 5 procentigen Lösung der von Laplace[1] angegebenen Mischung von

[1] *Deutsch. med. Woch.* Nr. 40. 1887.

roher Carbolsäure und Schwefelsäure in dasselbe eingegossen. Die Flüssigkeit versank ziemlich rasch in den Brunnen und schon nach Verlauf einer halben Stunde etwa war der Wasserstand im Rohre zu seiner früheren Höhe zurückgekehrt. Nun wurde der Pumpenkopf wieder aufgesetzt, der Brunnen „angepumpt", d. h. vermittelst des Pumpventils der Inhalt heraufgehoben, angesaugt und darauf bis zum folgenden Tage sich selbst überlassen. Am 29./IV. entnahm ich in sterilen Erlenmeyer'schen Kölbchen vom ersten ausfliessenden, vom 100. und vom 500. Liter kleine Mengen, die sofort zur Untersuchung gelangten. Die erste Probe sah trübe, bräunlichgelb aus, besass einen starken Geruch nach Carbolsäure und gab, mit einigen Tropfen einer verdünnten, wässerigen Eisenchloridlösung versetzt, ohne Weiteres die typische Phenolreaction, die sich durch das Auftreten einer intensiv violetten Farbe in der Flüssigkeit kennzeichnet. Schon im 100. Liter konnte diese, nebenbei sehr empfindliche Reaction jedoch nicht mehr nachgewiesen werden und ebenso fehlte sie auch in der letzten Probe vom 500. Liter. Auch der Geruch nach Carbolsäure hatte sich verloren und das Wasser war vollständig klar geworden. Die mit je 1 $^{cm^3}$ der verschiedenen Proben angefertigten Gelatineplatten blieben sämmtlich steril.

Es ist dieses Ergebniss nach zwei Richtungen hin bemerkenswerth. Zunächst muss das ausserordentlich rasche Verschwinden der Carbolsäure aus dem geförderten Wasser jedenfalls als ein Beweis dafür angesehen werden, dass die Verbreitung derselben in die unmittelbare Umgebung des Brunnens keine nachhaltige gewesen sein kann. Als Grund für diese Erscheinung ist die zwar langsame, aber stetige Strömung des unterirdischen Wassers anzusehen, welches eine lösliche Substanz, wie die Carbolsäure, aus den dem Rohre benachbarten Bodenschichten ausgespült, anfänglich wenigstens soweit verdünnt und dann allmählich fortgeschwemmt hatte, dass erkennbare Spuren ihrer Anwesenheit nicht mehr zurückblieben und also auch nicht in die Wassermassen übergehen konnten, welche bei der Wiederaufnahme der Brunnenthätigkeit aus näheren und entfernteren Gebieten aufgesogen wurden. Nur im Rohre selbst, dessen Inhalt unter der Ventilwirkung der Pumpe stand, sich also nicht zu bewegen und zu verändern vermochte, war auch die Carbolsäure noch vorhanden und hatte hier eine Probe ihrer desinficirenden Kraft abgelegt, indem sie sämmtliche Keime in ihrem Bereiche mit Erfolg vernichtet hatte.

Dass das letztere thatsächlich der Fall, zeigte sich nun noch deutlicher an den Ergebnissen der über die nächsten Tage hin fortgesetzten Untersuchung des Brunnenwassers: dasselbe blieb volle 7 Tage lang

nach der einmaligen gründlichen Desinfection des Brunnens gänzlich steril.

Damit war zugleich ein Beweis für die keimfreie Beschaffenheit des Grundwassers erbracht, wenn man das Fehlen der Mikroorganismen in dem gelieferten Wasser nicht etwa auf Rechnung einer anhaltenden Nachwirkung der Carbolsäure zu setzen geneigt war. Es hätte sich dabei freilich um Mengen der letzteren handeln müssen, welche für die chemische Reaction schon nicht mehr erkennbar waren, und nach allen bisherigen Erfahrungen verfügen derartige verschwindend kleine Quantitäten nicht über eine keimwidrige Bedeutung; es zeigte sich im Gegentheil bei Gelegenheit späterer, weiter unten mitgetheilter Beobachtungen, dass Wasser Bacterien zu führen vermag bei einem gleichzeitigen, noch sehr erheblichen, mit Eisenchlorid sofort nachzuweisenden Gehalt an Phenol.

Immerhin aber verdiente der Einwand doch einige Beachtung und rechtfertigte so den Versuch einer unmittelbaren experimentellen Widerlegung.

Es wurde zunächst festgestellt, dass das bacterienfrei gewonnene Wasser keineswegs an und für sich der Eigenschaft entbehrte, für die Mikroorganismen eine Stätte der Entwickelung zu werden, dass es also durch die vorausgesetzte, geringfügige Beimengung von Carbolsäure nichts von seiner Fähigkeit verloren hatte, als Nährmedium zu dienen. Brachte man beispielsweise in die Erlenmeyer'schen Kölbchen, welche die drei Proben vom 2./V. enthielten, je 1 $^{cm^3}$ abgestandenen Spreewassers mit nachweislich etwa 12,000 Keimen, so gab die sofort angeschlossene Untersuchung:

Kölbchen 1 = 190 Colonieen in 1 $^{cm^3}$,
„ 2 = 140 „ „ „
„ 3 = 210 „ „ „

Am folgenden Tage, 3./V., fanden sich:

Kölbchen 1 = 9300 Colonieen,
„ 2 = 2600 „
„ 3 = 7200 „

und am 4./V.

Kölbchen 1 = unzähl.,
„ 2 = 98,000 (etwa),
„ 3 = unzähl. u. s. w.

Ein anderer Verdacht äusserte sich dahin, dass die Mikroorganismen gar nicht aus dem Wasser verdrängt worden seien, dass dieselben viel-

mehr nur auf der Platte nicht zum Wachsthum, zur Erzeugung von Colonieen hätten schreiten können, weil der fragliche Carbolsäuregehalt, bez. der Antheil desselben, der mit dem 1 ^{ccm} Wasser in die Nährgelatine gelangt sei, einen entwickelungshemmenden Einfluss auf die ausgesäten Keime ausgeübt habe. Es wurde diese Vermuthung allerdings schon durch die eben mitgetheilten Ergebnisse als unrichtig zurückgewiesen und vollends unhaltbar gemacht durch einen einfachen Versuch. Ein Röhrchen mit flüssiger Nährgelatine wurde am 3./V. mit 1 ^{ccm} frisch entnommenen Wassers (aus der Probe vom ersten Liter) inficirt — die Platte blieb steril; zu gleicher Zeit war ein zweites Röhrchen mit 1 ^{ccm} alten Spreewassers versetzt worden — die Platte zeigte 6400 Colonieen; ein drittes Röhrchen endlich wurde mit 1 ^{ccm} des einen und mit 1 ^{ccm} des anderen Materials beschickt; vermochte die vermuthete Anwesenheit der Carbolsäure in der That das Wachsthum der Bacterien in der Gelatine irgendwie zu behindern, aufzuhalten, so mussten auf der letzten Platte weniger Colonieen als auf der zweiten auftreten. Es war dies aber keineswegs der Fall — auch die dritte Platte zeigte etwa 6500 Colonieen.

Nach alledem konnte ein unmittelbarer Einfluss der Carbolsäure schlechterdings nicht an dem bemerkenswerthen Resultat betheiligt sein, welches nach der Desinfection des Brunnens längere Zeit hindurch erhalten wurde. Es sprach im Gegentheil auch der Ausfall der weiter folgenden Versuche für die Anschauung, dass das Grundwasser als solches keimfrei in den Brunnen eintritt und etwaige Verunreinigungen in der Gestalt von Mikroorganismen erst innerhalb des letzteren aufnimmt.

Am 6./V. war — aus äusseren Gründen — nicht gepumpt worden; am 7./V. zeigte die Probe aus 1 Liter in 1 ^{ccm} 1400 Colonieen, während die Platten vom 100. und 500. Liter steril blieben. Die Erklärung für diese Erscheinung liegt nahe genug. Es ist schon oben darauf hingewiesen worden, dass auch die Röhrenbrunnen gegen das Eindringen von Keimen durch ihre obere Oeffnung keineswegs vollständig gesichert sind, dass sie nicht als dauernd sterile Instrumente angesehen werden dürfen. Mag es sich dabei auch regelmässig nur um wenige und noch dazu völlig unschädliche Mikroorganismen handeln, so genügt doch ein Regentröpfchen, eine kleine Menge des auf dem Brunnen stets angesammelten Staubes, welche ihren Weg an dem Ventil vorbei in das Rohr findet und in Berührung mit dem Wasser gelangt, um in dem letzteren sogleich den Vorgang der Bacterienvermehrung zu eröffnen, der dann unter Umständen, bei günstigen Temperaturverhältnissen und namentlich während eines Stillstandes des Brunnenwassers, bald sehr bedeutende Dimensionen erreichen kann. So war es denn auch hier in der Ruhepause von 48 Stun-

den zu einer vorher durch das regelmässige Auspumpen stets im Keime erstickten Entwickelung von Mikroorganismen gekommen und die Sterilität des Brunnens damit durchbrochen. Aber die neugebildeten Bacterien hielten sich, ganz wie wir dies oben erörtert haben, zunächst frei schwimmend in dem Brunneninhalt und konnten so mit demselben entfernt werden; die später nachströmenden Mengen erwiesen sich deshalb als keimfrei und legten damit den besten Beweis für den reinen Zustand des Grundwassers ab. Erst am folgenden Tage beginnen die Mikroorganismen sich denn auch hier zu zeigen: am 8./V. enthält 1 Liter = 2800, 100 Liter = 140, 500 Liter = 30 Colonieen, eine Thatsache, welche sogleich erkennen lässt, dass der durch den ersten Einfall der Bacterien in den Brunnen eingeleitete Vorgang nun seine weiteren Fortschritte gemacht hat. Durch das blosse Auspumpen sind doch nicht sämmtliche in dem Brunnen vorhandenen Mikroorganismen ausgespült worden, und wenn die Anzahl der zurückbleibenden auch eine so geringe gewesen ist, dass sich dieselben in 1 $^{cm^3}$ des 100. oder 500. Liters gar nicht bemerklich machen konnten, so sind sie trotzdem der Ausgangspunkt für eine nachhaltige Verunreinigung des Wassers geworden. Denn nun ist es zur Ansiedelung der Bacterien an den Wandungen des Brunnens, im Rohre selbst, gekommen und damit jene dauernde Quelle der Keimabgabe geschaffen, welche das regelmässige Auftreten der Bacterien in dem gelieferten Wasser veranlasst. Die Brunnendesinfection hat ihre Rolle ausgespielt und der Versuch damit sein natürliches Ende gefunden.

Aber die Ergebnisse, die sich auf diesem Wege hatten ermitteln lassen, waren doch so interessanter und bedeutungsvoller Natur, dass sie zu einer Wiederholung des ganzen Experiments direct aufforderten.

Es wurden deshalb am 9./V. wieder 10 Liter einer 4procentigen Schwefelcarbolsäuremischung in den Brunnen eingegossen, nachdem der Pumpenkopf vorher entfernt worden war. Es unterblieb dieses Mal sowohl die Desinfection des letzteren, als auch die mechanische Säuberung des Rohrs durch Ausbürsten, beides Massnahmen, die der noch frischen Verunreinigung des Brunnens gegenüber nicht erforderlich schienen und das Verfahren unnöthig complicirt hätten. Dagegen wurde unmittelbar nach der erfolgten Aufnahme der Desinfectionsflüssigkeit der Pumpenkopf wieder aufgesetzt und die Pumpe in Thätigkeit gebracht, bis eine geringe Menge des Brunneninhalts zum Ausfliessen kam und damit anzeigte, dass die Pumpe, bezw. das Ventil gefasst habe. So blieb der Brunnen bis zum nächsten Tage; am 10./V. begann dann die regelmässige Entnahme und Untersuchung der Proben. Das Resultat war im Wesentlichen ganz das gleiche wie bei dem ersten Experiment. Auch hier verschwand die Carbolsäure sehr rasch aus dem Wasser und trat nur, nachdem schon das

100. und 500. Liter am ersten Tage mit Eisenchlorid keine Farbveränderung mehr gezeigt hatten, am zweiten Tage, am 11./V. im 1. Liter wieder in geringem Maasse hervor, wohl weil das Wasser, welches 24 Stunden hindurch im Brunnen gestanden hatte, während dieser Zeit Gelegenheit finden konnte, die letzten Spuren der Carbolsäure, die noch an dem Rohre hafteten und nicht völlig entfernt waren, in sich aufzunehmen. Das Wasser blieb 6 Tage lang keimfrei; dann begann langsam und allmählich das Auftreten der Bacterien, zuerst nur im 1. und 100., dann wieder einen Tag nur im 1. Liter, hierauf am dritten Tage aber in allen drei Proben, wobei wohl der plötzlich erheblich gesteigerten Tagestemperatur und der zunehmenden Wärme des Wassers selbst auch eine gewisse Rolle zugeschrieben werden muss. An einem unmittelbaren Anstoss zum Beginn der Keimvermehrung, wie in dem ersten Falle durch die Ausserdienststellung des Brunnens für einen Tag, hatte es hier allerdings gefehlt; aber auch ohne eine besondere Gelegenheit ist nach Lage der Verhältnisse den Mikroorganismen jederzeit die Möglichkeit gegeben, in den Brunnen einzudringen und sich in demselben zu entwickeln. Auf der anderen Seite zeigte sich der Einfluss der ununterbrochenen und regelmässig erfolgenden Entleerung des Brunnens doch in der Thatsache, dass die Verunreinigung desselben sich wenigstens anfänglich in bescheideneren Grenzen hielt, als dies beim ersten Male der Fall gewesen.

Die dann am 18./V. von Neuem vorgenommene Desinfection wurde nicht mit einer grösseren Menge der verdünnten, sondern mit einer geringen Quantität, 2 Liter, der concentrirten Schwefelcarbolsäuremischung bewerkstelligt und als Lösungsmittel der letzteren das Brunnenwasser selbst verwendet. Das Eingiessen der Flüssigkeit ging rasch von Statten; unmittelbar darauf wurde der Pumpenkopf wieder aufgeschraubt, der Brunneninhalt hochgepumpt und bis zum nächsten Tage so erhalten. Bei der am 19./V. begonnenen Untersuchung zeigte sich zunächst, entsprechend dem reichlicheren Zusatz von Phenol, ein langsameres Verschwinden der charakteristischen Reaction, die im 500. Liter noch erkennbar war und auch am folgenden Tage, am 20./V., im 1. Liter wieder auftauchte, um darauf allerdings endgiltig auszubleiben. Doch wies das Wasser noch mehrere Tage hindurch einen deutlichen Geruch nach Carbolsäure auf, und auch dem Geschmack blieb dieselbe einige Zeit hindurch erkennbar, eine Thatsache, welche zeigt, dass die chemische Probe keineswegs über das unbedingt schärfste Erkennungsmittel für das Phenol verfügt.

Der Brunneninhalt war 4 Tage lang völlig steril. Nachdem dann am 23./V. in der Probe vom 1. Liter die ersten Colonieen aufgetreten waren, dauerte es auffallend lange Zeit, ehe die Verunreinigung

sich weiter ausdehnte und im Brunnen festen Fuss fasste. Erst am 26./V. zeigten sich im 100. Liter die Spuren der beginnenden Keimvermehrung, um dann am 30./V., 12 Tage nach der erfolgten Desinfection, das 500. Liter zu erreichen.

Begreiflicherweise musste mir nun daran gelegen sein, die hier erhaltenen Befunde auch an einer anderen Stelle und Oertlichkeit nachprüfen, bezw. bestätigen zu können. Es war deshalb eine besonders willkommene Gelegenheit, dass auf dem Grundstück der hygienischen Institute noch ein zweiter, mit dem erst untersuchten in seiner Anlage völlig übereinstimmender Röhrenbrunnen den Zwecken des Versuchs zugänglich war und deshalb gleichfalls in der vorhin beschriebenen Weise desinficirt werden konnte. Dieser zweite Brunnen (b) lag etwa 50^{m} westlich von dem ersten und wie jener auf einem seit sehr langer Zeit bebauten und bewohnten Terrain, dazu in unmittelbarer Nähe eines Hofgullis und eines fast ausser Gebrauch befindlichen Kesselbrunnens. Auch Brunnen b war wie a vor $2^1/_2$ Jahren eingesetzt worden, seit dieser Zeit aber fast dauernd in Thätigkeit gewesen.

Die Resultate nun, welche sich bei der Untersuchung dieses Brunnens ergaben, gleichen den vorher beim Brunnen a erhaltenen so vollständig, dass eine genauere Erörterung derselben unterbleiben kann. Es sei nur bemerkt, dass in dem einen Fall das Wasser 6 Tage, in dem zweiten 4 Tage durchaus steril blieb und dass das Auftreten der Bacterien in den Proben aus 500 Liter beide Male erst nach längerer Zeit erfolgte.

Die Thatsache, dass das Grundwasser den Brunnen als eine keimfreie Flüssigkeit zuströmt, schien damit über jeden Zweifel hinaus sichergestellt zu sein; aber die ganze bisherige Versuchsanordnung war doch gegen einen Einwand nicht geschützt, der absichtlich erst jetzt berührt werden soll, dessen Berechtigung jedoch nicht bestritten werden darf.

Man kann nämlich auch den vorliegenden Thatsachen gegenüber immer noch etwa folgendermassen argumentiren. Die in den Brunnen eingegossene Carbolsäure dringt aus dem unteren Ende des letzteren, aus dem eigentlichen Sauger in die Umgebung des Rohres ein, und wenn sie aus diesem Gebiete auch durch den Strom des fliessenden Grundwassers bald fortgespült resp. in's Unendliche verdünnt wird, so geschieht dies doch nicht mit solcher Schnelligkeit, dass das desinficirende Mittel nicht vorher Zeit und Gelegenheit finden könnte, alle diejenigen Keime zu vernichten, welche die dem Brunnenrohre benachbarten Bodenschichten bewohnen. Mit anderen Worten, in einem gewissen Umkreise des Rohres wird das Grundwasser führende Gebiet sterilisirt und erst jetzt die Carbolsäure so weit entfernt, fortgeschwemmt, dass ihr Nachweis nicht mehr gelingen

kann. Das Wasser aus der bacterienfreien Zone tritt nun bei der Wiederaufnahme der Thätigkeit des Brunnens in diesen ein. Aber auch wenn der Zufluss zum Rohre dann weiter aus entlegeneren Theilen erfolgt, die nicht steril sind, so wird dieses Wasser zunächst auf dem Wege zum Brunnen seine Keime verlieren und dieselben in Folge der filtrirenden Kraft des Bodens zurücklassen müssen. Die sterile Schicht breitet sich wie ein schützender Mantel um das Brunnenrohr und hindert für längere Zeit die Annäherung der Mikroorganismen. Erst wenn dieser Wall durchbrochen wird, sei es, dass er den zuströmenden Wassermassen gegenüber nicht dauernden Widerstand zu leisten vermag und seine filtrirende Wirkung überanstrengt wird, sei es, dass die Keime allmählich durch die sterile Zone hindurchwachsen, treten im Wasser wieder Mikroorganismen auf und machen sich der Untersuchung bemerklich.

Von vorneherein wäre gegen eine derartige Auffassung nicht viel zu erwidern. Allerdings die Thatsache, dass das Vorkommen der Keime sich Tage lang auf die Proben aus dem Rohre selbst beschränken kann und dann erst allmählich auch das tiefere Wasser ergreift, spricht nicht für die eben entwickelte Ansicht und weist vielmehr deutlich genug darauf hin, dass die Quelle der Keimabgabe in den oberflächlichen Theilen zu suchen ist; aber eine Concurrenz beider Herkunftsorte, die Möglichkeit einer anfänglichen Bacterienentwickelung im Rohre, einer erst später zum Ausdruck kommenden in dem betreffenden Grundwassergebiet wäre damit noch nicht ausgeschlossen und so lange überhaupt nicht zurückzuweisen, als ein Reinigungsmittel, wie die Carbolsäure, zur Anwendung gelangt.

Es wurde deshalb, um diese Verhältnisse aufzuklären, schliesslich noch folgender Versuch gemacht:

Am 18./VII. wurde Brunnen 2 in der gewöhnlichen Weise mit einer Sulfocarbolsäuremischung desinficirt, das Wasser blieb bis zum 24./VII. völlig steril, dann zeigten sich am 26./VII. Keime im 100., am 30./VII. auch im 500. Liter; am 1./VIII. waren in dem letzteren 220 Colonieen pro 1 $^{cm^3}$. Nun wurde am 3./VIII. der Pumpenkopf entfernt und das Rohr mit Hülfe der schon mehrmals erwähnten langgestielten starken Bürste etwa eine halbe Stunde lang gründlich ausgerieben. Als jetzt die Pumpe wieder in Thätigkeit gesetzt wurde, zeigte Liter 1 unzählige, Liter 100 780, Liter 500 keine Colonieen und der Brunnen blieb hierauf 4 weitere Tage hindurch völlig steril. Es war durch die mechanische Reinigung jene Bacterienansiedelung an den Wandungen des Rohres, die uns als die eigentliche Ursprungsstätte der Keime gilt, beseitigt und damit das Brunnenrohr zu einem sterilen Instrument umgewandelt worden, ein Versuch,

der hier glücken konnte, weil die Vegetation der Mikroorganismen in dem Rohre sich erst seit kurzer Zeit entwickelt hatte und deshalb nicht über eine grössere Festigkeit und Zähigkeit verfügte.

Auf jeden Fall wurde durch diesen Versuch, der gewiss „schonend“ genug zur Ausführung gelangte, der endgiltige und unumstössliche Beweis erbracht, dass das Grundwasser frei von Bacterien ist und zwar selbst unter Verhältnissen, welche von vorneherein dem Eindringen der Verunreinigungen als besonders günstige erscheinen mussten. In der That kann der ermittelte Befund in seinem vollen Umfange erst gewürdigt werden, wenn man sich die ganze Sachlage nochmals vergegenwärtigt. Handelt es sich doch hier um Grundwasser, welches dicht unter der Oberfläche eines seit sehr langer Zeit bebauten und bewohnten Bodens hinströmt, welches das Gebiet einer Hauptstadt durchfliesst, die Jahrhunderte hindurch einen grossen Theil ihrer Auswurfsstoffe vertrauensvoll in die Tiefe senkte, und welches mit den Fundamenten der Häuser und anderen Theilen des unterirdischen Berlins in unmittelbarer und ununterbrochener Berührung steht. Und dieses Grundwasser, durch eine nur wenige Fuss mächtige Schicht getrennt von den oberen Partieen, die mit Mikroorganismen jeder Art geradezu durchtränkt sind, ist dauernd frei von Bacterien.

Versucht man eine Erklärung für diese auffallende Erscheinung zu geben, so kann man zunächst vielleicht an die Möglichkeit denken, dass das Grundwasser nicht über die erforderliche Menge nährfähiger, zersetzbarer Stoffe verfüge und sich deshalb nicht zur Wohnstätte für die Mikroorganismen eigne — eine Auffassung, welche aber neben allem Anderen schon der einfachen Thatsache gegenüber hinfällig werden muss, dass in eben diesem Wasser eine sehr lebhafte und umfangreiche Bacterienvermehrung mit dem Augenblicke beginnt, wo dasselbe, wie z. B. innerhalb der Brunnenrohre, Gelegenheit finden kann, irgendwie mit entwickelungsfähigen Keimen in Berührung zu kommen. Durch dieses letztere Factum wird zugleich die Vermuthung ausgeschlossen, dass die niedrige Temperatur das eigentlich hindernde Moment für das Wachsthum der Mikroorganismen sei. Wir haben allerdings gesehen, dass die pathogenen Bacterien, die empfindlichen Infectionserreger bereits an dieser Klippe scheitern und in etwas tieferen Bodenschichten schon der mangelnden Wärme halber ihre Lebensbedingungen nicht erfüllt finden, aber für eine grosse Reihe andersgearteter Mikroorganismen gilt dieses Gesetz nicht, und Fischer hat uns neuerdings sogar mit Bacterien bekannt gemacht, welche selbst bei Gefriertemperatur noch wachsen und sich vermehren.

Es bleibt damit nur die Annahme übrig, dass das Fehlen der Keime im Grundwasser ausschliesslich eine Folge und der Ausdruck der filtrirenden

Kraft des Bodens sei. Schon zu wiederholten Malen hat man auf die Analogie hingewiesen, welche zwischen den Vorgängen bei der Wasserfiltration durch Sandfilter und den hier in Frage kommenden Verhältnissen besteht. Wie dort nicht die in vielfachen Lagen über einander gebauten Sandmassen das eigentlich zurückhaltende Element bilden, vielmehr jene zarte, aber ausserordentlich dichte und engmaschige Schlammhaut, welche sich aus dem Wasser selbst auf die Oberfläche des Filters niederschlägt, in Wahrheit allein die Bacterien verhindert, in die Tiefe vorzudringen, so ist ebenso hier nicht die Mächtigkeit der Bodenschichten das Wesentliche, sondern die Verlegung ihrer oberflächlicheren Partieen durch derartige eingeschwemmte, in ihren Poren abgesetzte Sinkstoffe. Kommt es auch nicht zur Entstehung einer so gleichförmigen und fest umschriebenen, räumlich so zusammengedrängten „filtrirenden Membran" wie dort, geht die Ablagerung derselben hier unregelmässiger, so zu sagen ungeordneter von Statten, so thut sie doch schliesslich den gleichen Dienst und zwar, wie wir gesehen haben, in sehr erfolgreicher Weise. Bei der Wasserfiltration wird die Schlammhaut durch frische Zufuhr allmählich immer stärker und stärker, so dass am Ende der Filtrationsdruck ausserordentlich gesteigert werden muss, um nur das Wasser selbst hindurchzupressen und das Filter endlich wegen dieses Uebelstandes „gerade auf der Höhe seiner Leistungsfähigkeit"[1], d. h. dann ausser Betrieb gesetzt wird, wenn sich die zurückhaltende Kraft desselben besonders wirksam gestaltet hat. Im Boden dagegen kann sich der hier gewaltsam unterbrochene Vorgang ungestört weiter entwickeln; die atmosphärischen Niederschläge spülen täglich neues Material in die oberflächlichen Bodenschichten ein, setzen immer weitere Lagen einer solchen Schlammhaut ab und steigern damit die filtrirende Kraft des Bodens in's Ausserordentliche. So kann das anscheinend ganz paradoxe Verhältniss zu Stande kommen, dass ein Boden gegen das Eindringen von Mikroorganismen um so sicherer geschützt, um so besser gefestigt wird, je mehr Schmutzstoffe auf ihm deponirt werden.

Diese Verhältnisse ändern sich begreiflicherweise mit dem Augenblick, wo die oberen Lagen des Bodens aus ihrem Zusammenhange gelöst, die filtrirende Membran also zerrissen wird; in diesem Falle und ebenso, wenn die Mikroorganismen selbstständig durch die oberen Schichten hindurchwachsen und der Tiefe zustreben, können sich Bacterien auch im Grundwassergebiete vorfinden. Ueberhaupt wird eine genaue und vorurtheilslose Berücksichtigung der soeben erörterten Thatsachen uns davon abhalten, das hier ermittelte Factum des Fehlens der Bacterien im Grundwasser etwa ohne Weiteres

[1] Plagge und Proskauer, *diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 406.

verallgemeinern und rückhaltlos als gesetzmässig, als unbedingt zutreffend erklären zu wollen. Es giebt im Gegentheil noch eine ganze Reihe von Bedingungen, unter welchen die Filtrationskraft des Bodens versagen muss und das unterirdische Wasser Mikroorganismen zu führen vermag. Ist die über dem Grundwasserstrom sich ausbreitende Bodenschicht von besonders weitmaschiger Beschaffenheit, besteht sie beispielsweise aus lockerem Geröll, grobem Kies u. dgl. m., dessen Poren nicht durch feineres Füllmaterial verlegt sind, so werden auch die Mikroorganismen anstandslos durch solche Lagerungen hindurchgehen und mit dem ablaufenden Meteorwasser in die Tiefe gelangen. Reicht in einem anderen Falle das Grundwasser bis dicht unter die Oberfläche des Bodens, ist die bedeckende Schicht nur von sehr geringer Mächtigkeit, so wird sie ihre Aufgabe gleichfalls nicht zu erfüllen vermögen und den Bacterien die Passage gestatten müssen. Kann endlich die Filtrationswirkung der oberen Bodentheile gar nicht in Frage kommen, weil die Quelle der Verunreinigung des Grundwassers sich in der Tiefe selbst befindet, ihren Ausgang von undichten Senkgruben, verschlammten Brunnenkesseln und anderen derartigen Anlagen nimmt, welche in das Grundwassergebiet hinabreichen, so ist nicht nur die Möglicheit, sondern sogar die Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass dem Grundwasser an solchen Oertlichkeiten auch dauernd Bacterien beigemengt sein werden.

Abgesehen von diesen Fällen aber, welche sicherlich nur die Ausnahmen von der Regel bilden, ist das Grundwasser eine bacterienfreie Flüssigkeit, und da wir die Abwesenheit der Mikroorganismen selbst unter Verhältnissen feststellen konnten, welche von vorneherein eher das Gegentheil erwarten liessen, in denen das Grundwasser nahe der Oberfläche eines stark verunreinigten Bodens dahinfloss, so darf mit einer gewissen Bestimmtheit vorausgesagt werden, dass die hier gemachte Beobachtung auch anderwärts meist volle Bestätigung finden wird.[1] Es ist allerdings als besonders wünschenswerth zu bezeichnen, dass derartige Untersuchungen an möglichst vielen Stellen und unter möglichst verschiedenen äusseren Bedingungen zur Ausführung kämen, damit die Anschauung von der sterilen Beschaffenheit des unterirdischen Wassers bald zu allgemeiner Anerkennung gelange. Es soll damit nicht gesagt werden, dass nicht einsichtige Forscher schon längst den richtigen Stand-

[1] Es kann an dieser Stelle schon mitgetheilt werden, dass im Herbste v. J. auf dem Gebiete des Charité-Krankenhauses in Berlin in der beschriebenen Weise ausgeführte Untersuchungen gleichfalls die sterile Beschaffenheit des unterirdischen Wassers regelmässig festzustellen vermochten.

punkt in der vorliegenden Frage eingenommen und auch zum gebührenden Ausdruck gebracht hätten; da es aber bisher an einer experimentellen Begründung fehlte, so haben sich doch vielfach noch jene Ideen ungeschwächt erhalten, welche dem Grundwasser einen ganz besonders gefährlichen Charakter beimassen und in ihm Ursprung und Herkunftsstätte der wichtigsten epidemischen Krankheiten vermutheten.

Dabei liegt es uns selbstverständlich fern, die Qualität des Grundwassers als etwas ganz Nebensächliches zu erachten; wenn die filtrirende Kraft des Bodens den Mikroorganismen auch den Eintritt in die tieferen Schichten mit Erfolg verwehrt, so werden doch gelöste, chemisch wirksame Substanzen hierdurch keineswegs zurückgehalten, und es kann uns sicher nicht gleichgiltig sein, ob der Grund, auf welchem wir wohnen und leben, von einem reinen Wasser oder von einer an zersetzungsfähigen, unter Umständen selbst übelriechende Stoffe, z. B. H_2S, enthaltenden Substanzen reichen Flüssigkeit durchströmt werde. Aber für unmittelbar infectionsverdächtig werden wir das in der Regel keimfreie Grundwasser nicht mehr ansehen dürfen, und seine Beziehungen zu dem Auftreten und der Verbreitung bestimmter Seuchen müssen allerdings in sehr zweifelhaftem Lichte erscheinen. Im Uebrigen wollen wir an dieser Stelle keineswegs etwa weitgehende theoretische oder praktische Schlussfolgerungen aus den im Vorhergehenden mitgetheilten Thatsachen ziehen. Nur auf einen Punkt mag noch ganz kurz hingewiesen sein, dass nämlich die Frage von der Beschaffung guten, d. h. unverdächtigen, von Infectionsstoffen freien Trinkwassers durch die vorliegenden Untersuchungen doch wohl in vielen Fällen einer erheblich einfacheren Lösung zugeführt wird, als man dies früher hat annehmen mögen. Fliesst dicht unter unseren Füssen ein Strom reinen Wassers, so brauchen wir weder in die Ferne zu schweifen, noch auch unnöthig weit in die Tiefe vorzudringen, um das Gewünschte zu erreichen; nur hat die Entnahme stets mit der nöthigen Vorsicht zu erfolgen, d. h. wir müssen es zu vermeiden wissen, dass das ursprünglich von Infectionsstoffen freie Wasser nicht etwa nachträglich Gelegenheit finde, sich zu verunreinigen und mit inficirenden Substanzen in Berührung zu kommen. Mit anderen Worten, wir sollen das Grundwasser niemals vermittelst der höchst unvollkommenen und unzweckmässigen Kesselbrunnen in die Höhe heben und für den Gebrauch zugänglich machen, sondern stets nur mit Hülfe von guten Röhrenbrunnen, deren Vorzüge wir bereits kennen gelernt haben.

Mit der Feststellung der Thatsache, dass das unterirdische Wasser gewöhnlich bacterienfrei sei, ist auch einer wirksamen Brunnendesinfection die erforderliche sichere Unterlage gegeben. Gelingt es, den Inhalt eines Brunnens von den vorhandenen Mikroorganismen zu befreien,

so hat man nicht zu befürchten, dass das frisch zuströmende Wasser auf's Neue Keime heranführen und damit den kaum erreichten Erfolg wieder umstossen werde.

Dass es angesichts dieser Verhältnisse in der That ohne Schwierigkeiten möglich sei, aus Röhrenbrunnen selbst für längere Zeit organisirte Verunreinigungen fernzuhalten, hatten die bisherigen Versuche schon mit Bestimmtheit erwiesen und zugleich auf ein Verfahren aufmerksam gemacht, welches hierbei in Anwendung kommen könne. Aber gerade die Röhrenbrunnen werden in Folge der Besonderheiten ihrer Anlage uns nur sehr selten Veranlassung zu einer Desinfection geben, und mit Recht betont auch die eingangs erwähnte Ministerialverfügung vom 9./IV. v. J., dass nach den bisherigen Erfahrungen anzunehmen sei, „dass die sogenannten abessynischen Brunnen unter dem Einfluss einer Ueberschwemmung in der Regel nicht leiden und deshalb fortgesetzt zu benutzen sein werden“. Sollte das Bedürfniss nach Reinigung eines solchen Brunnens aus irgend einem Grunde aber doch einmal fühlbar werden, so empfiehlt es sich — nach dem Ausfall der oben mitgetheilten Experimente — dies zunächst rein mechanisch durch Ausbürsten und folgende energische Entleerung des Brunnens zu bewerkstelligen. Nur in Ausnahmefällen und erst, wenn diese Maassnahmen als ungenügend erachtet werden, wären dann eingreifendere Mittel anzuwenden und die Desinfection in derselben Weise vorzunehmen, wie sie in unseren Versuchen zur Ausführung gekommen ist. Der Pumpenkopf wird abgeschraubt, in das offene Rohr 1 bis 2 Liter einer concentrirten Schwefelcarbolsäuremischung eingegossen, die Pumpe wieder aufgestellt, kurz in Thätigkeit gesetzt und bis zum anderen Tage sich selbst überlassen. Werden dann durch 1 bis 2 Stunden langes Auspumpen einige Hundert Liter Wasser aus dem Rohre gehoben, so ist jede chemisch nachweisbare Spur der Carbolsäure sicher verschwunden, und eine etwas länger fortgesetzte Entleerung des Rohres wird auch den üblen Einfluss des Phenols auf den Geschmack und die sonstigen Eigenschaften des Trinkwassers beseitigen.

Dass ein derartiges Verfahren in der That die weitgehendsten Anforderungen zu erfüllen vermöge, ergiebt sich aus dem Ausfall folgender Experimente. Schon oben hatte ich darauf aufmerksam gemacht, dass eine Desinfectionsmethode für Brunnen wie jede andere die Probe ihrer Brauchbarkeit durch ihre erfolgreiche Einwirkung auf bekannte sehr widerstandsfähige Dauerformen bestimmter Mikroorganismen ablegen müsse, die man vorher absichtlich und in grösserer Menge direct in den Brunnen eingeführt habe. Da ich die Verantwortung nicht übernehmen wollte, das sonst für derartige Zwecke meist verwendete Testobject, nämlich

Milzbrandsporen, in den Brunnen einzuschütten und die Umgebung desselben mit den ausserordentlich zähen und haltbaren Keimen einer so gefährlichen Infectionskrankheit in Berührung zu bringen, so benutzte ich anstatt dessen die ebenso resistenten, aber unschädlichen Sporen des Heubacillus. Eine sehr grosse Menge derselben, frischen Agarculturen entnommen, wurde in sterilisirtem Leitungswasser aufgeschwemmt und ausserdem noch sporentragende Culturen des Bacillus der blauen Milch, auf einem Decoct von Altheewurzeln gediehen, und mehrere Bouillonculturen des M. prodigiosus hinzugefügt — die beiden letztgenannten Bacterien, weil sie durch die augenfällige Farbe ihrer Colonieen auf der Gelatineplatte für einen leichten und bestimmten Nachweis jederzeit besonders geeignet sind. Sobald diese Mischung in das Brunnenrohr eingegossen war, wurde der Pumpenkopf auf dasselbe wieder aufgesetzt und dem Brunnen eine kleine Probe seines Inhalts entnommen, die bei der Untersuchung natürlich eine sehr erhebliche Anzahl von Keimen der betreffenden drei Mikroorganismen zeigte. Unmittelbar darauf wurde die Pumpe von Neuem abgeschraubt, 2 Liter der concentrirten Schwefelcarbolsäuremischung eingeschüttet und mit dem Brunnen dann in der schon des Oefteren angegebenen Weise weiter verfahren. Das am nächsten und an den folgenden Tagen erhaltene Wasser erwies sich als völlig keimfrei, auch die Sporen des Heubacillus waren in dem Brunneninhalt nicht mehr vorhanden. Der gleiche Versuch wurde dann noch einmal, aber mit der Abänderung ausgeführt, dass die in den Brunnen eingebrachten Keime zunächst möglichst lange unverändert in demselben erhalten wurden und damit Gelegenheit fanden, sich unter Umständen zu vermehren und im Rohre selbst anzusiedeln. Täglich entnommene kleine Mengen des Brunneninhalts zeigten, dass die Bacillen der blauen Milch und des Mikr. prodigiosus 9 Tage lang in dem fast stagnirenden Wasser bestanden, während die Keime des Heubacillus viel früher für den Nachweis verloren gingen, wohl weil sie in Folge ihrer Schwere und Unbeweglichkeit zu Boden gesunken und damit vielleicht sogar aus dem Rohre verschwunden waren. Die 9 Tage nach dem Eingiessen des Bacteriengemenges bewerkstelligte Desinfection des Brunnens war von vollem Erfolge begleitet.

Das Verfahren hatte damit auch diese Probe bestanden und konnte als in jeder Hinsicht ausreichend bezeichnet werden.

Es war deshalb kaum Veranlassung gegeben, sich noch nach einem anderen Mittel für den gleichen Zweck umzuschauen. Doch ist in der angezogenen Ministerialverfügung für die Reinigung der Kesselbrunnen empfohlen, dieselbe mit Kalk vorzunehmen, und es lag nahe, durch einen einfachen Versuch die Wirksamkeit dieser Maassnahme auch Röhrenbrunnen gegenüber festzustellen. Dass der gewöhnliche Aetzkalk eine

nicht unerhebliche desinficirende Kraft besitzt, war seit längerer Zeit bekannt und ist neuerdings durch die ebenso eingehende wie sorgfältige Arbeit von P. Liborius[1] auch auf Grund der jetzigen Methoden als sicher erwiesen worden. Die Anwendung desselben bei Röhrenbrunnen stiess aber auf eine unvorhergesehene Schwierigkeit, die weitere Experimente nach dieser Richtung hin nicht räthlich erscheinen liess. Einige Kilogramm gebrannten Kalkes in groben Stücken wurden in einer grossen Schüssel durch allmähliches Zugiessen von Wasser langsam gelöscht und, nachdem eine mässig dicke, breiige Mischung entstanden war, in den Brunnen eingeschüttet. Hier in dem Rohre nun erstarrte der Kalk sehr bald zu einem steifen Mörtel, der nur mühsam wieder aus dem Brunnen entfernt werden konnte und die Functionsfähigkeit des letzteren ernstlich in Frage stellte; die geringe Menge Wasser, welche den Inhalt eines derartigen Röhrenbrunnens bildet, hatte nicht genügt, um den Kalk in Lösung zu halten.

Sehr viel wichtiger, namentlich in praktischer Beziehung, musste es nun sein, die verschiedenen hier erwähnten Desinfectionsverfahren auf ihre Brauchbarkeit gegenüber den gewöhnlichen Kesselbrunnen zu prüfen, welche, wie erwähnt, Verunreinigungen so erheblich zugänglicher sind als die bisher vornehmlich berücksichtigten Röhrenbrunnen. Auch hierzu bot sich im hygienischen Institute ausreichende Gelegenheit, insofern als sich auf den Höfen des Grundstücks zwei grosse Kesselbrunnen befinden, deren Benutzung für die entsprechenden Versuche nichts im Wege stand. Der eine dieser Brunnen (c) besitzt einen fest überwölbten, von der Pflasterung des Hofes gleichmässig bedeckten Kessel, aus welchem das Wasser durch eine winkelig gebogene Röhrenleitung zu einer etwa 1 ^{m} seitwärts aufgestellten Pumpe geführt wird; die letztere, eine kleine Ventilpumpe, hebt dasselbe dann an die Oberfläche empor. Daneben besteht noch eine unmittelbare Verbindung mit dem Kessel durch einen schmalen und niedrigen, etwa 3 ^{m} langen, unterirdischen Gang, der aus einem der Kellerräume des Gebäudes den Brunnen erreicht und direct seitlich in denselben einmündet, etwa 1 ^{m} unter der Brunnendeckung resp. also der Hoffläche.

Zur Zeit der Versuche enthielt der Brunnen ungefähr 1·3 ^{m3} Wasser. bei einem Durchmesser von 1 ^{m} und einer Wassersäule von $1^1/_2$ ^{m} Höhe, Seit etwa einem halben Jahre war der Brunnen nicht mehr in Benutzung gewesen.

Als am 10./V. die ersten Proben entnommen und die Menge der darin vorhandenen Keime festgestellt wurde, zeigte es sich, dass dieselbe keine besonders grosse war — Liter 1 ergab 320, Liter 100 130, Liter 500

[1] *Diese Zeitschrift* Bd. II.

70 Colonieen in 1 $^{cm^3}$; es schien danach keine schwierige Aufgabe sein zu können, den Brunneninhalt zu desinficiren und von Mikroorganismen vollständig zu befreien. Am 11./V. wurde der Pumpenkopf entfernt, in das offene Rohr 2 Liter concentrirter Schwefelcarbolsäure eingegossen und dann die Pumpe wieder angeschraubt, aber nicht in Thätigkeit gesetzt, um bei der Länge der Rohrleitung das desinficirende Mittel nicht etwa aus dem Brunnen selbst herauszusaugen und so seinem eigentlichen Bestimmungsorte zu entziehen. Als am folgenden Tage die regelmässige Entnahme der Proben begonnen wurde, gab das erste ausfliessende Wasser eine sehr starke Carbolsäurereaction, dieselbe zeigte sich dann auch noch im 500. Liter und blieb weiter während der ganzen nächsten Woche im Wasser nachweisbar, allmählich an Intensität abnehmend, aber auch am Schlusse noch deutlich vorhanden. Trat mit dieser Thatsache schon ein sehr erheblicher Unterschied gegenüber den bei den Röhrenbrunnen beobachteten Verhältnissen hervor, so wurde derselbe noch augenscheinlicher durch den Ausfall der bacteriologischen Untersuchung. Es ergab sich nämlich hierbei bald genug, dass die verwendete Menge der Carbolsäure keineswegs genügt hatte, um den Brunneninhalt zu desinficiren, die in demselben vorhandenen Bacterien zu vernichten. Am ersten Tage blieb das Wasser allerdings steril, aber schon am 13./V. zeigten sich auf der Platte vom 500. Liter 17 Colonieen, am 14./V. fanden sich in allen 3 Proben Keime vor, und die Vermehrung derselben nahm im Laufe der folgenden Tage dann ihren weiteren Fortgang, um schliesslich das Auftreten einer grösseren Zahl von Mikroorganismen zu veranlassen, als ursprünglich, vor dem Versuch der Desinfection festgestellt werden konnte. Dabei war, wie bemerkt, die Carbolsäure noch in nachweislich ganz erheblicher Menge im Wasser vorhanden, und wir haben schon oben Gelegenheit genommen, dieses gleichzeitige Vorkommen von Mikroorganismen und Carbolsäure gegen die Annahme geltend zu machen, dass das Verschwinden der Bacterien aus dem Inhalt der Röhrenbrunnen durch eine lange nachhaltende Wirkung chemisch nicht mehr erkennbarer Spuren des Phenols veranlasst sein könne. Hier zeigten sich Bacterien und Carbolsäure in friedlichem Nebeneinander und gaben damit den Beweis, dass es schon erheblicher Concentrationen gerade dieses desinficirenden Mittels bedürfe, um eine wirkliche Keimvernichtung hervorzurufen.

In der That lag es nahe, den letzteren Punkt auch für den Misserfolg des Versuchs überhaupt verantwortlich zu machen und die Quantität der verwendeten Carbolsäure dem Umfange des zu desinficirenden Objects gegenüber für ungenügend zu erklären. Es wurde deshalb am 19./V. die Desinfection mit einer grösseren Menge, nämlich 10 Litern der

Carbolsäure wiederholt und ausserdem Rücksicht darauf genommen, das Brunnenrohr selbst zu sterilisiren, da möglicher Weise hier die Quelle der Keimabgabe liegen konnte. Das Rohr wurde zunächst ausgebürstet und der Brunnen nach dem Eingiessen der Carbolsäure bald in Thätigkeit gesetzt, „angepumpt", um die Innenwand des Rohrs unter den Einfluss des desinficirenden Mittels zu bringen. Dieser zweite Versuch gelang aber noch weniger, als der vorherige. Schon am ersten Tage, in der ersten Probe, die noch einen ganz penetranten Geruch nach Carbolsäure besass, bräunlichgelb aussah und mit Eisenchloridlösung versetzt fast schwarzviolett wurde, fanden sich Colonieen, dieselben nahmen im Laufe der nächsten 24 Stunden noch erheblich zu und erreichten bei andauerndem Carbolsäuregehalt des Wassers auch im 500. Liter ausserordentlich hohe Zahlen, so dass das gerade Gegentheil des gewünschten Erfolges erreicht war.

Wie kann diese auffallende Erscheinung nun wohl erklärt werden? Es ist nicht zu verkennen, dass die Verhältnisse bei den Kesselbrunnen einer Desinfection des Inhalts von vorneherein sehr viel ungünstiger liegen als bei den Röhrenbrunnen. Während man dort zunächst nur ein relativ kleines Gebiet zu beherrschen braucht — die Thatsache, dass das Grundwasser keimfrei ist, vorausgesetzt — hat man es hier mit einer bedeutend grösseren Wassermasse zu thun, die schon einen erheblichen Aufwand von Mitteln in Anspruch nimmt. Vor allen Dingen aber kommt es bei den Kesselbrunnen regelmässig zu einer mehr oder minder umfangreichen Sedimentirung in dem stagnirenden Inhalt, welche zur Entstehung einer Schlammschicht führt, die sich als Bodensatz von wechselndem Umfange auf dem Grunde des Kessels ablagert oder sich als zähe Haut an der Innenwand desselben anheftet. Handelt es sich um völlig offene Brunnen, welche jeder Verunreinigung von oben zugänglich sind, oder um mangelhafte Anlagen des Kessels, die das seitliche Eindringen von Schmutzstoffen erlauben, so wird diese Erscheinung in besonders ausgeprägter Weise zu Tage treten; aber auch da, wo derartige begünstigende Momente fehlen, bilden sich im Wesentlichen die gleichen Verhältnisse aus. Gaben schon die Röhrenbrunnen, wie wir gesehen haben, einer solchen Schlickhaut Raum und Gelegenheit, sich aus dem Brunneninhalt an den Wandungen des Rohres niederzuschlagen, so sind die Kesselbrunnen hierfür ein noch viel geeigneteres Terrain. Ist doch das Gebiet, welches zur Verfügung steht, ein erheblich grösseres, die Fläche, auf welcher sich der Vorgang abspielen, die Ablagerung der Sinkstoffe, namentlich auch die selbstständige weitere Entwickelung ihrer organisirten Bestandtheile erfolgen kann, eine viel ausgedehntere. Dazu kommt, dass das Wasser im Kessel, so lange der Brunnen nicht in Thätig-

keit tritt, dem reinigenden Einfluss des strömenden Grundwassers fast völlig entzogen ist, der Bewegung entbehrt und stagnirt. Die oben mitgetheilte Thatsache, dass sich eine nicht allzugrosse Menge Carbolsäure eine volle Woche hindurch nachweislich in einem solchen Brunnen erhalten kann, während demselben täglich fast die Hälfte seines Inhalts entnommen wird, zeigt am deutlichsten, wie wenig selbst eine derartige energische Ausspülung eine völlige Erneuerung des Wassers zu veranlassen im Stande ist.

Es erklärt sich hieraus auch die Erscheinung, dass in dem Wasser anfänglich nur eine verhältnissmässig geringe Zahl von Keimen enthalten ist, die sich aber nach dem misslungenen Versuch der Desinfection um ein erhebliches vermehren kann. Das träge und unbeweglich im Kessel stehende Wasser ist für die Verhältnisse, unter denen es sich befindet, „ausgefault“ d. h. die Zersetzungsvorgänge, welche sich auf Grund der Lebensthätigkeit niederer Organismen in ihm abgespielt haben, sind zu einem gewissen Abschluss gelangt, die Vermehrung der Bacterien ist eine beschränkte geworden, die grössere Anzahl derselben hat sich den Sedimentirungsprocessen im Brunnen angeschlossen und die Bildung des Bodenschlammes, der wandständigen Schlickhaut u. s. w. veranlasst. Wird der Brunnen nun plötzlich energisch in Gebrauch genommen, so strömt demselben aus den benachbarten Grundwassergebieten neuer Inhalt zu, der nicht nur frisches, zersetzungsfähiges Material mit sich führt, sondern namentlich auch jene Schlammschicht aufwühlt und damit grosse Mengen der abgelagerten Mikroorganismen aus ihrer Ruhe aufstört.

Wird deshalb ein Kesselbrunnen mit einem Desinfectionsmittel, wie es die Carbolsäure ist, sterilisirt, so wird das abgestandene Wasser in demselben ohne weiteres keimfrei, die hier vorhandenen Bacterien sofort vernichtet: die erste ausfliessende Probe enthält keine Mikroorganismen mehr. Sobald sich aber der Inhalt des Brunnens nun der Erschöpfung nähert, jener Bodensatz in Mitleidenschaft gezogen, durch das frisch einströmende Wasser berührt wird, zeigen sich die Keime auf's neue und geben damit den Beweis, dass die Schlammschicht selbst durch das Desinficiens gar nicht angegriffen worden ist. So kann das Wasser Carbolsäure enthalten und gleichzeitig Keime führen, so wird — eine Thatsache, die bei späteren Versuchen noch deutlicher hervortritt, aber auch hier bereits wahrgenommen werden kann — sich das Wiedererscheinen der Mikroorganismen zuerst in den Proben bemerklich machen, welche dem 500. Liter, so zu sagen, den unteren Partieen des Brunneninhalts entstammen und dem Hauptsitz der Keime am nächsten gewesen sind.

Wird die Desinfection jetzt ohne weiteres wiederholt, so wird sie

unter Umständen ganz erfolglos bleiben, da sich dem aufgestörten Wasser fortdauernd Theile eben jener Schicht beimengen.

Die Sterilisirung eines Kesselbrunnens kann deshalb nur dann einige Aussicht auf Gelingen haben, wenn sie sich auch auf diesen Bodensatz erstreckt und den auf dem Grund des Kessels angesammelten Schlamm zu durchdringen vermag.

In Rücksicht hierauf kam der folgende Versuch dann so zur Ausführung, dass von dem seitlich zum Brunnenkessel leitenden unterirdischen Gange aus ein starkes, an einer Schnur befestigtes Bleigewicht in den Kessel herabgelassen und auf dem Boden desselben ununterbrochen hin und her bewegt wurde, während ich zu gleicher Zeit 10 Liter concentrirter Schwefelcarbolsäuremischung dem Wasser zufügte. Ich hoffte so, dem desinficirenden Mittel den unbehinderten Zutritt zu jener widerstandsfähigen Schicht ermöglicht zu haben. Der Erfolg entsprach dieser Voraussetzung freilich nur in sehr geringem Maasse. Zwei Tage hindurch zeigte sich das Wasser allerdings keimfrei, d. h. in Folge der directen Berührung mit dem Desinficiens und bei der angewandten grossen Menge des letzteren war ein Theil des Brunneninhalts sterilisirt worden; aber schon am dritten Tage tauchten auf den Platten wieder die Colonieen auf, um bei dauerndem, starkem Carbolsäuregehalt des Wassers im Laufe der nächsten Zeit an Zahl noch ganz erheblich zuzunehmen.

Es erschien daher nicht angebracht, fernere Versuche in dieser Richtung an dem hier benutzten Brunnen vorzunehmen, zumal da derselbe nach seiner ganzen Anlage nur schwer zugänglich und für weitere Experimente kaum geeignet war. Nun befindet sich auf einem der Höfe des hygienischen Instituts in unmittelbarer Nähe des uns schon bekannten Röhrenbrunnens 2 noch ein anderer Kesselbrunnen, dessen Kessel nicht fest überwölbt, sondern nur mit einer Steinplatte bedeckt ist, welche aber ohne Schwierigkeiten zu entfernen ist und dann einen unmittelbaren Einblick in den Brunnen eröffnet. Das Wasser desselben wird wie bei 3 durch eine Röhrenleitung zu einer seitwärts stehenden Pumpe geführt, welche hier von einem festen hölzernen Mantel umkleidet ist und deshalb nicht ohne weiteres abgenommen werden kann. Der Inhalt des Brunnens betrug wie bei 3 etwa $1^1/_4$—$1^1/_2$ m^3; der Brunnen war auch in der letzten Zeit zuweilen noch benutzt worden.

Eine erste Untersuchung am 16./V. fand in Liter 1 6400, in Liter 100 920, in 500 180 Keime. Es wurde nun am folgenden Tage die steinerne Deckplatte abgehoben und der Brunnen freigelegt. Als das erwähnte Bleigewicht in den Kessel herabgelassen wurde, sank es in die auf dem Grunde desselben angesammelte Schlammschicht ein, und aus

der schmutzigbraunen Verfärbung der Schnur, an welcher das Metallstück befestigt war, liess sich die Mächtigkeit dieses Bodensatzes auf mindestens 7—8 cm schätzen. Vermittelst einer Stange, deren unteres Ende ein breites Querholz trug, machte ich nun den Versuch, den Schlamm möglichst energisch aufzurühren, und in der That war bald das ganze im Brunnen stehende Wasser durch die aufgewühlten Schmutzmassen in eine trübe, graugelbe Flüssigkeit verwandelt. Jetzt wurden 10 Liter der concentrirten Schwefelcarbolsäuremischung eingeschüttet, durch fortdauerndes Umrühren eine möglichst vollkommene Mischung des Brunneninhalts mit dem Desinficiens hergestellt und namentlich auch Sorge getragen, die Carbolsäure über die Wandungen des Brunnens zu verbreiten, damit dieselbe die hier haftenden Verunreinigungen zu treffen im Stande sei. Dann wurde die Deckplatte wieder aufgelegt und am folgenden Tage, am 18./V. Proben entnommen. Dieselben waren keimfrei, ebenso die am 19./V. und die am 20./V. gewonnenen, schon am 21./V., nach 3 Tagen, aber zeigten sich wieder Colonieen auf den Platten und zwar auch dieses Mal zuerst auf der vom 500. Liter angefertigten. Die Desinfection hatte augenscheinlich auch einen Theil der Schlammschicht am Boden getroffen und es damit veranlasst, dass der Inhalt wenigstens für kurze Zeit steril blieb. Aber von einem nur einigermassen befriedigenden Erfolge kann doch bei dem raschen Wiedererscheinen der Keime keine Rede sein; der Brunneninhalt war nicht sterilisirt, die in den Schlammmassen angesammelten oder an den Wandungen des Brunnens ausgebreiteten Keime nicht zerstört worden.

Als ein abermaliger ähnlicher Versuch noch weniger zum Ziele führte, sich die Mikroorganismen noch früher wieder im Wasser zeigten, vielleicht weil die plötzlich sehr erheblich gesteigerte Temperatur eine regere Entwickelung der Bacterien begünstigte, musste von der Verwendung der Carbolsäure für den verfolgten Zweck endgiltig abgesehen werden; an eine praktische Verwerthung dieses Mittels für die Desinfection von Kesselbrunnen war ausserdem von vornherein gar nicht zu denken, da bei der Schwierigkeit einer raschen Entfernung derselben aus dem Brunnenwasser das letztere für längere Zeit als Trinkwasser, zum Kochen u. s. w. vollständig unbenutzbar wurde.

Schon aus diesem Grunde lag es nahe, an Stelle der Carbolsäure den Kalk in einer der verschiedenen empfohlenen Formen auf seine Wirksamkeit hin zu prüfen. Ein geringer Kalkgehalt des Wassers kann seine Brauchbarkeit nur wenig in Frage stellen, und weiterhin hat sich der Kalk schon nach einer grossen Reihe eingehender Erfahrungen für alle diejenigen Fälle als äusserst zweckmässig erwiesen, wo es sich wie hier um die Entfernung von Sinkstoffen und Schlammtheilen handelt. Ueberall,

wo man Flüssigkeiten klären, sie von trübenden, suspendirten und organisirten Beimengungen befreien will, hat sich der Kalk in erster Linie bewährt und neben der rein mechanischen „Fällung“ dieser Substanzen meist noch eine recht vollkommene Unschädlichmachung derselben herbeigeführt, d. h. die darin enthaltenen Fäulnisskeime und sonstigen Mikroorganismen zu vernichten vermocht. Man konnte hoffen, auch hier ein Gleiches zu erreichen; am 9./VI. wurden deshalb 10 ^{kgrm} gebrannten Kalks in einem grossen Eimer durch langsames Zuschütten der vierfachen Menge Wasser gelöscht und der ziemlich dünnflüssige Brei, die 20 $^0/_0$ Kalkmilch unter gleichzeitigem Umrühren des Brunneninhalts eingegossen. Um auch das Brunnenrohr unter den Einfluss des Kalks zu setzen, wurde dann aus dem letzteren so viel Wasser, etwa 25 Liter, ausgepumpt, bis eine deutlich alkalische Reaction zu erkennen war, das kalkhaltige Wasser also auch das Rohr füllte, und der Brunnen nun bis zum nächsten Tage sich selbst überlassen. Die am 10./VI. entnommenen Proben bläuten rothes Lakmuspapier selbst in sehr erheblicher Verdünnung noch augenblicklich, und der Gehalt des Wassers an gelöstem, ungebundenem Kalk, damit auch seine alkalische Reaction, zeigte sich noch während der folgenden vier Tage. Schon nach 3×24 Stunden aber führte die Probe aus Liter 500 Keime, und mit dem Augenblicke, wo der freie Kalk aus dem Brunnen verschwand (am 14./VI.), sei es, dass er rein mechanisch entfernt, ausgepumpt oder zum Theil in Folge der Kohlensäure des Wassers in kohlensauren Kalk verwandelt war, schnellte die Zahl der Colonieen sogar wieder zu sehr erheblicher Höhe herauf. Hatte der Kalk also das Brunnenwasser selbst von Keimen befreit und damit einen Beweis seiner nicht unbedeutenden Desinfectionskraft gegeben, so hatte der Niederschlag, den er auf dem Schlammsatz gebildet hatte, doch nicht genügt, um auch diesen anzugreifen und damit die endgiltige Reinigung eines derartigen Brunnens herbeizuführen. Dass auch grössere Mengen Kalk hieran nichts zu ändern im Stande seien, zeigte ein zweiter Versuch, bei dem 25 ^{kgrm} Kalk in der gleichen Weise zur Anwendung kamen, aber ohne wesentlich besseren Erfolg.

Freilich war der Effect dieser unvollkommenen Desinfection mit Kalk doch immerhin mindestens ebenso gross wie bei dem Gebrauch der Carbolsäure. Das Wasser blieb mehrere Tage lang steril, und in der Mehrzahl der Fälle, namentlich überall da, wo es sich um eine e i n m a l i g e V e r u n r e i n i g u n g d e r B r u n n e n von oben her handelt, wird man mit dem hier angegebenen Verfahren sogar das erforderliche erreichen, das in dem Brunnen gerade vorhandene Wasser von Mikroorganismen befreien. Dass dem in der That so sei, wurde auch noch durch einen Versuch gezeigt, der sich analog dem gleichen bei den Röhrenbrunnen ausgeführten ge-

staltete und die Desinfection erst in Thätigkeit treten liess, nachdem dem Brunnen grosse Mengen von Sporen des Heubacillus, Bacillen der blauen Milch und M. prodigiosus zugesetzt worden waren. Das Wasser wurde trotz dieser absichtlichen Verunreinigung unter der Wirkung von 20 ^{kgrm} gelöschten Kalks zunächst keimfrei, und auch in der Folge liessen sich auf den Platten Spuren der drei genannten, zum Theil so leicht kenntlichen Mikroorganismen nicht wieder bemerken.

Aber man darf doch über diesem scheinbaren Erfolge nicht vergessen, dass der eigentliche Zweck, eine vollständige und besonders eine nachhaltige Reinigung des ganzen Brunneninhalts damit nicht erfüllt wird, nicht erfüllt werden kann schon wegen der mangelhaften, in der Anlage begründeten und deshalb nicht zu beseitigenden Verhältnisse der Kesselbrunnen. Die Thatsache, dass fast alle derartigen Brunnen in jedem Augenblicke wieder neuen Verunreinigungen der bedenklichsten Art, die von oben oder von der Seite her ihren Eintritt nehmen, schutzlos preisgegeben sind, muss jede Desinfection derselben von vornherein als ein Unternehmen von sehr zweifelhaftem, vergänglichem Werthe erscheinen lassen. Wenn wir trotzdem den Kalk für Kesselbrunnen als ein brauchbares Desinfectionsmittel bezeichnen, das sich besonders auch wegen seiner Billigkeit und leichten Anwendbarkeit empfiehlt, so geschieht dies doch nur mit allem Vorbehalt, und im Ganzen können wir uns nach den mitgetheilten Erfahrungen nur dem Verdicte anschliessen, welches Plagge[1] über die Kesselbrunnen fällt, der sie als „hygienische Monstra“ kennzeichnet und ihren Ersatz durch Röhrenbrunnen allerorten fordert.

Fassen wir die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung nochmals in wenigen kurzen Worten zusammen, so hat sich also herausgestellt, dass das Grundwasser, selbst da, wo es dicht unter einem stark verunreinigten, seit langer Zeit bebauten und bewohnten Boden strömt, bacterienfrei ist; dass die gewöhnlichen Röhrenbrunnen deshalb die Gefahr einer Verunreinigung von der Tiefe, vom Grundwassergebiete her in der Regel nicht zu fürchten haben und in Folge ihrer besonderen Anlage auch gegen das Eindringen von Infectionsstoffen aus anderen Herkunftssorten geschützt sind; dass eine Desinfection derselben daher meist unnöthig ist, wo eine solche aber doch nothwendig erscheint, durch einfaches Auspumpen und mechanische Säuberung des Rohrs, in schlimmeren Fällen durch Behandlung mit Schwefelcarbolsäuremischung erreicht werden kann; dass die Kesselbrunnen aller der genannten Vorzüge entbehren, einer gründlichen Desinfection schwer zugänglich sind, für eine vorläufige Reinigung derselben von Infectionsstoffen aber die Anwendung des Kalks zugelassen werden kann.

---

[1] A. a. O.

1. Brunnen *a* (1). Röhrenbrunnen auf dem kleinen Hofe des hygien. Instituts, nahe der Sieber Strasse.

	27./IV.	28./IV.	29./IV.	30./IV.	1./V.
Entfernung des Grundwasserspiegels v. d. Oberkante d. Rohres gemessen auf d. gross. Hofe des hygien. Instituts.		4^{m} 49^{cm}			
1 Liter	11200 Keime in 1^{cm^3}	12 Liter 5 proc. Schwefelcarbolsäuremischung eingegossen; Röhre vorher ausgebürstet, Pumpenkopf in 2 proc. Carbolsäure desinficirt.	— deutliche Carbolreaction	— schwache C.-R.	—
100 „	110		— keine C.-R.!	— keine C.-R.	—
500 „	22		— keine C.-R.	— keine C.-R.	—

	2./V.	3./V.	4./V.	5./V.	6./V.	7./V.
Grundwasserstand				4^{m} 58^{cm}		
1 Liter	—	—	—	—	nicht gepumpt	1400
100 „	—	—	—	—		—
500 „	—	—	—	—		—

	8./V.	9./V.	10./V.	11./V.	12./V.	13./V.
Grundwasserstand					4^{m} 65^{cm}	
1 Liter	28[illegible]0	10 L. 4 proc. Schwefelcarbolsäure eingegoss., hoch gepumpt.	— starke C.-R.	— schwache C.-R.	—	—
100 „	140		— keine C.-R.	— keine C.-R.	—	—
500 „	30		— keine C.-R.	— keine C.-R	—	—

	14./V.	15./V.	16./V.	17./V.	18./V.	19./V.
Grundwasserstand					4^{m} 71^{cm}	
1 Liter	—	30	60	5000	2 Ltr. conc. Schwefelcarbolsäure; kein Ausbürsten des Rohres; hochgepumpt, bis zum nächsten Tage unverändert geblieben.	— starke C.-R.
100 „	—	3	—	920		— deutl. C.-R.
500 „	—	—	—	1[illegible]0		— schw. C.-R.

(Fortsetzung.)

	20./V.	21./V.	22./V.	23./V.	24./V.	25./V.
Grundwasserstand						4m 78cm
1 Liter	— schwache C.-R.	— keine C.-R.	—	12	14	70
100 „	— deutl. C.-R.	—	—	—	—	—
500 „	— schwache C.-R.	—	—	—	—	—

	26./V.	27./V	28./V.	29./V.	30./V.	31./V.
Grundwasserstand						4m 89cm
1 Liter	1100	640	930	420	1900	1000
100 „	2	23	—	20	130	110
500 „	—	—	—	—	40	60

2. Brunnen *b*. Röhrenbrunnen auf dem Hofe hinter dem hygienischen Museum.

	13./V.	14./V.	15./V.	16./V.	17./V.	18./V.
Grundwasserstand						4m 71cm
1 Liter	12000	Brunnenrohr ausgebürstet; dann 2 L. conc. Schwefelcarbolsäuremischung eingegossen; Pumpenkopf nicht sterilisirt. Hochgepumpt, bis zum anderen Tage so erhalten.	— deutl. C.-R.	— keine C.-R.	—	—
100 „	2400		— keine C.-R.	—	—	—
500 „	390		— keine C.-R.	—	—	—

	19./V.	20./V.	21./V.	22./V.	23./V.	24./V.
Grundwasserstand						
1 Liter	Platten in Folge der hohen Zimmertemper. verflüssigt.	—	9	120	180	110
100 „		—	—	3	5	2
500 „		—	—	—	—	—

(Fortsetzung.)

	12./VI.	13./VI.	14./VI.	15./VI.	16./VI.	17./VI.
Grundwasserstand					5^{m}	
1 Liter	4800	7400	2 Ltr. conc. Schwefelcarbols.; Rohr nicht ausgebürstet; hochgepumpt.	— C.-R.	— schwache C.-R.	—
100 „	2200	3400		— C.-R.	— keine C.-R.	—
500 „	900	620		— schwache C.-R.	—	—

	18./VI.	19./VI.	20./VI.	21./VI.	22./VI.	23./VI.
Grundwasserstand						5^{m} 5^{m}
1 Liter	—	5	7	12	7	14
100 „	—	2	13	5	9	7
500 „	—	—	—	7	—	—

	24./VI.	25./VI.	26./VI.	27./VI.	28./VI.	29./VI.
Grundwasserstand						
1 Liter	Proben entnommen, aber nicht untersucht.	86	nicht entnommen	1300	2600	unzählige
100 „		7		5	80	24
500 „		—		6	3	6

	30./VI.	1./VII.	2./VII.	3./VII.	4./VII.	5./VII.
Grundwasserstand	5^{m}					
1 Liter	unzählige	unzählige	unzählige	unzählige	unzählige	unzählige
100 „	40	90	14	40	190	320
500 „	12	22	4	3	54	220

3. Brunnen *c*. Kesselbrunnen auf dem Hofe des hygien. Instituts. Kessel selbst sehr schwer zugänglich, das Brunnenrohr führt fast senkrecht zur Pumpe, die nur $^3/_4{}^m$ seitwärts über dem Kessel steht. Der Kessel enthielt zur Zeit des Versuches etwa 1^{m^3} Wasser.

$(2r = 1^m \; r^2\pi = 0{\cdot}75 \; r^2\pi h \; (h = 1^1/_2) = 1{\cdot}1^{m^3}.)$

	10./V.	11./V.	12./V.	13./V.	14./V.	15./V.	16./V.
Grundwasserstand			$4^m\ 65^{cm}$				
1 Liter	320	2 Liter conc. Schwefelcarbolsäure v. Brunnenrohr aus u. durch dasselbe in den Kessel gegossen; nicht hochgepumpt. Inhalt des Brunnenkessels nicht aufgerührt.	— starke C.-R.	— C.-R.	38 C.-R.	190 C.-R.	140 C.-R.
100 „	130		— starke C.-R.	— C.-R.	30 C.-R.	130 C.-R.	80 C.-R.
500 „	70		— starke C.-R.	17 C.-R.	36 C.-R.	170 C.-R.	70 C.-R.

	17./V.	18./V.	19./V.	20./V.	21./V.	22./V.
Grundwasserstand	$4^m\ 71^{cm}$					
1 Liter	1300 C.-R.	180 keine C.-R.	wieder desinficirt; Brunnenrohr ausgebürstet, 10 Ltr. Mischung eingegossen; hochgepumpt. Inhalt nicht umgerührt.	280 starke C.-R.	6200 C.-R.	unzählige C.-R.
100 „	410 C.-R.	110		140 starke C.-R.	170 C.-R.	1800 C.-R.
500 „	96 schwache C.-R.	90		90 starke C.-R.	280 C.-R.	11300 schwache C.-R.

	23./V.	24./V.	25./V.	26./V.	27./V.	28./V.	29./V.
Grundwasserstand			$4^m\ 78^{cm}$				
1 Liter	entnommen, aber keine Platten angefertigt. C.-R.	Brunnen vom Kessel aus desinficirt; 10 L. der conc. Mischung eingegossen; während der Inhalt des Kessels zu gleicher Zeit mit einem Senkblei umgerührt wird. Daneben noch vom Rohre aus 2 Ltr. conc. Mischung.	— C.-R.	— C.-R.	— C.-R.	1300 C.-R.	2600 C.-R.
100 „	C.-R.		— C.-R.	— C.-R.	36 C.-R.	2800 C.-R.	5200 C.-R.
500 „	C.-R.		— C.-R.	— C.-R.	84 C.-R.	6400 C.-R.	3800 C.-R.

4. Brunnen 4. Kesselbrunnen auf dem kleinen Hof des Hygiene-Museums. Abdeckbarer Kessel, Pumpe etwa 4 m vom Kessel entfernt, Brunnenrohr im rechten Winkel gebogen. Inhalt etwa $1^1/_2$ m^3.

	16./V.	17./V.	18./V.	19./V.	20./V.	21./V.	22./V.
Grundwasserstand				4^m 71^{cm}			
1 Liter	6400	10 Liter conc. Mischung in den Kessel gegossen, Inhalt umgerührt; dann hochgepumpt.	— C.-R.	Platten wegen der hohen Zimmertemp. verflüssigt. C.-R.	— C.-R.	— C.-R.	280 C.-R.
100 „	920		— C.-R.	C.-R.	— C.-R.	18 C.-R.	760 C.-R.
500 „	180		— C.-R.	C.-R.	— C.-R.	340 C.-R.	480 C.-R.

	23./V.	24./V.	25./V.	26./V.	27./V.	28./V.	29./V.	30./V.
Grundwasserstand			4^m 78^{cm}					
1 Liter	verflüssigt C.-R.	nicht gezählt schw. C.-R.	10 L. conc. Mischung; ganz wie am 17./V.	— C.-R.	320 C.-R.	1300 C.-R.	1200 C.-R.	840 C.-R.
100 „	4200 C.-R.	keine C.-R.		— C.-R.	180 C.-R.	700 C.-R.	240 C.-R.	920 C.-R.
500 „	2000 C.-R.	keine C.-R.		— C.-R.	720 C.-R.	1300 C.-R.	1600 C.-R.	700 C.-R.

	8./VI.	9./VI.	10./VI.	11./VI.	12./VI.	13./VI.	14./VI.
Grundwasserstand		4^m 94^{cm}					
1 Liter	1840	10^{kgrm} gelöschten Kalks (Kalkmilch) in den Brunnen unter gleichzeitigem Umrühren seines Inhalts eingeschüttet; hochgepumpt.	— stark alk. R.	— alk. R.	— alk. R.	— alkal. R.	2300
100 „	920		— stark alk. R.	— alk. R.	— alk. R.	32 alkal. R.	1900
500 „	2000		— alkal. R.	— alk. R.	30 alk. R.	126 keine alk. R. mehr	2100

	15./VI.	19./VI.	20./VI.	21./VI.	22./VI.	23./VI.	24./VI.	25./VI.
Grundwasserstand						5^m 5^{cm}		
1 Liter		15^{kgrm} Kalk; wie am 9./VI.	— stark alk. R.	3 alk. R.	6 alk. R.	14 k. R. mehr	entnommen, aber nicht untersucht.	180
100 „			— alkal. R.	6 alk. R.	8 alk. R.	12 keine alk. R.		76
500 „			3 alkal. R.	5 alk. R.	14 alk. R.	980 keine alk. R.		340

(Fortsetzung.)

	26./V.	27./VI.	28./VI.	29./VI.	30./VI.	1./VII.	2./VII.	3./VII.
Grundwasserstand					$5^{m}\ 10^{cm}$			
1 Liter	nicht entnommen	4	920	23	14	unzählige	5200	2400
100 „		10	1240	1280	280	6200	6300	820
150 „		120	340	4200	420 -	unzählige	2400	4300

Zur Aetiologie der Cholera nostras, bezw. der Cholera ähnlichen Erkrankungen.

Von

Dr. Kartulis
in Alexandrien.

Die grosse Bedeutung, welche dem Vorkommen jedes choleraverdächtigen Falles in Aegypten beigelegt wird, hat mich in den letzten Jahren veranlasst, jeden mir zur Beobachtung kommenden Krankheitsfall mit choleraähnlichen Erscheinungen, soweit es mir möglich war, einer genauen Untersuchung zu unterwerfen.

Durch Koch's Entdeckungen sind wir jetzt in der Lage, in kurzer Zeit die asiatische Cholera von anderen ähnlichen Erkrankungen zu unterscheiden und beim ersten Beginn geeignete Maassregeln gegen die weitere Verschleppung der Seuche anzuwenden. Auch ein negativer Ausfall der Untersuchung ist insofern von grossem Nutzen, als dadurch dem Staate unnöthige Kosten erspart werden.

Die bacteriologische Untersuchung choleraähnlicher Erkrankungen hat ausserdem auch einen wissenschaftlichen Werth, nämlich zur Entscheidung der Frage, ob die sogenannte Cholera nostras durch specifische Bacterien verursacht wird. Seit Finkler und Prior einen dem Koch'schen Cholerabacillus ähnlichen Mikroorganismus bei Cholera nostras entdeckten, von welchem sie annahmen, dass er die Ursache dieser Krankheit sei, haben andere Forscher denselben bei letzterer Krankheit vermisst. Dr. G. Frank besonders hat neulich in dieser Zeitschrift (Bd. IV, H. 2) berichtet, dass er in 11 Fällen von angeblicher Cholera nostras (davon handelte es sich zweimal um Arsenikvergiftung, zweimal um Peritonitis und nur siebenmal um Cholera nostras) niemals den Finkler-Prior'schen Bacillus angetroffen hat.

Da meine diesbezüglichen Erfahrungen mit den Frank'schen übereinstimmen, möchte ich mir gestatten, hier eine kurze Mittheilung darüber zu machen.

I. Eine 40jährige Frau erkrankte im November 1885 plötzlich an Erbrechen und Diarrhoe. Als ich die Patientin sah, fand ich das Bild einer wirklichen Cholera. Die Zunge war trocken, Puls kaum fühlbar, Haut kalt, Augen eingesunken und der Harn spärlich. Die Stuhlausleerungen waren anfangs gelb gefärbt, später reiswasserähnlich. Nach einer geeigneten Dosis von Opium erholte sich Patientin binnen 3 Tagen vollständig.

Einige Partikelchen aus den Darmentleerungen wurden nach den üblichen bacteriologischen Methoden untersucht. Ausstrich-Präparate auf Deckgläschen zeigten keine gekrümmten Bacillen, dagegen viele Stäbchen verschiedener Grösse und einige Kokken. Durch das Plattenverfahren erhielt ich ein Gemisch von bekannten und unbekannten Colonieen, von welchen aber keine das Bild der Koch'schen oder Finkler-Prior'schen Bacillen bot. Da keine der Colonieen die übrigen an Zahl übertraf, unterliess ich die weitere Isolirung derselben.

II. In Gabari, einem an dem westlichen Theile des Hafens liegenden Vorort, erkrankte im Herbst 1887 an choleraartigen Erscheinungen ein Arbeiter aus Malta. Der Ort ist wegen des regen Verkehrs mit Seeleuten sehr verdächtig, deswegen machte der behandelnde Arzt Dr. Mackie dem damaligen hygienischen Stadtinspector Dr. Schiess-Bey davon Anzeige. Beiden Collegen machte der Fall einen derartigen Eindruck, dass Dr. Schiess die bacteriologische Untersuchung für nothwendig hielt. Aus dem frisch entleerten Stuhl fertigte ich Deckglaspräparate an; dieselben zeigten aber keine Commabacillen. Durch das Plattenverfahren war weder der Koch'sche, noch der Finkler-Prior'sche Bacillus nachzuweisen. Nur auf einer Platte entwickelte sich üppig der Bacillus fluorescens liquefaciens. Auch dieser Kranke genas bald.

III. Anfangs Februar v. J. wurde ich eiligst von dem deutschen Pastor Herrn Klingemann zu einem Officier der Küstenwache gerufen, welcher vor einigen Stunden von starkem Erbrechen mit profuser Diarrhoe befallen war. Patient G., Deutscher, 40 Jahre alt, bot in der That das vollständigste Bild der Cholera. Keines der bekannten Symptome fehlte. Insbesondere waren Durstgefühl und Muskelkrämpfe sehr stark. — Wie in Fall II war auch diese Erkrankung für uns von grosser Wichtigkeit. Die Küstenwächter verkehren oft mit Seeleuten und müssen deswegen bei choleraähnlichen Erkrankungen sehr verdächtig erscheinen. Unser Patient hatte einige Stunden vor seiner Erkrankung mit zwei Kameraden gefrühstückt. Darauf waren auch letztere von ähnlichen Erscheinungen befallen.[1] Alle drei brauchten lange Zeit zur Genesung und unser Patient hatte bis zum 11. Tage noch Krämpfe und ab und an auch Durchfall. Da auch hier die bacteriologische Untersuchung negativ ausfiel, so forschte ich

[1] Dieselben sind von einem einheimischen Collegen behandelt worden.

nach der Ursache dieser choleraähnlichen Erkrankung, und es stellte sich heraus, dass die drei Wächter zum Frühstück nichts Anderes als Brod und ein grosses Stück italienischer Salamiwurst verzehrt hatten. Die Wurst soll ziemlich ranzig gewesen sein. Es handelte sich hier also höchst wahrscheinlich um eine Wurstvergiftung.

IV. Am 12. Mai v. J. wurden aus dem hiesigen Stadtgefängniss sechs Gefangene als choleraverdächtig in's Hospital gebracht. Alle sechs Patienten erbrachen und hatten starken Durchfall. Einer derselben, ein 30jähriger Araber, schien mehr betroffen zu sein und zeigte ausser den obigen Symptomen noch Anurie, kleinen Puls, Heiserkeit, kalte Extremitäten u. s. w. Er starb wenige Stunden nach der Aufnahme, während die übrigen fünf Patienten sehr bald genasen. Bei Eröffnung der Leiche stellte sich heraus, dass es sich um eine Vergiftung handelte, denn Speiseröhre, Magen und Darm zeigten starke Aetzungen und Verschwärungen. Die chemische Untersuchung ergab Kupfer im Magen- und Darminhalt. Auch in den erbrochenen Massen der anderen Patienten wurde das nämliche Gift nachgewiesen. Später wurde ermittelt, dass der kupferne Kessel, in dem die Speise der Gefangenen an jenem Tage gekocht wurde, nicht verzinnt war.

V. Ueber einen Fall von Arsenikvergiftung, der aber als cholera- bezw. als cholerineverdächtig in's Hospital aufgenommen wurde, möchte ich noch kurz berichten. Der 40jährige Mann aus Alexandrien starb in wenigen Stunden. Er hatte starkes Erbrechen, profuse Diarrhoe von reiswasserähnlichem Aussehen, Aphonie, kalte Haut und Anurie. Die Section liess gleich vermuthen, dass auch hier eine Vergiftung, und zwar eine Arsenikvergiftung stattgefunden hatte, was auch durch die chemische Untersuchung bestätigt ward.

Wie aus dem Mitgetheilten zu ersehen ist, können von den zwölf choleraverdächtigen Fällen nur zwei auf Cholera resp. Cholerine Anspruch machen. Weitere Forschungen, unter Zuhülfenahme der neueren Untersuchungsmethoden, werden uns darüber Auskunft verschaffen, ob die Cholera nostras eine Krankheit sui generis ist, oder ob dieselbe einem oder verschiedenen Mikroorganismen oder auch ptomaïnartigen Giften ihre Entstehung verdankt. Nach meinem Dafürhalten werden jetzt noch manche Fälle dahin gerechnet, welche durch Wurst-, Käse-, Fleischgift u. s. w. bedingt sind. Wie viele animalische und pflanzliche Gifte mögen uns noch unbekannt sein, die choleraähnliche Erscheinungen hervorrufen können! Die Existenz der Cholera nostras wird damit nicht in Abrede gestellt; aber dafür, dass dieselbe eine Krankheit sui generis sei und von einem und demselben Mikroorganismus verursacht werde, fehlt bis jetzt der wissenschaftliche Nachweis.

Die Sterblichkeitsverhältnisse in den Krankenpflegeorden.

Von

Dr. Georg Cornet,
prakt. Arzt in Berlin und Reichenhall.

Wenn auch heutzutage dank der klassischen Arbeit Koch's über die Aetiologie der Tuberkulose, sowie auf Grund des geradezu riesenhaften Beweismateriales, das seit dessen Entdeckung von allen Seiten beigebracht wurde, die Contagiosität dieser Krankheit, die Ansteckungsfähigkeit derselben von keiner Seite mehr, die ernst zu nehmen ist, bestritten werden kann und bestritten wird, so unterschätzt man doch noch fast allgemein die Gefahr der Ansteckung.

Weit entfernt, die naturgemässen, strengen Consequenzen der Aetiologie zu ziehen und die Tuberculose ebenso, und zwar mit demselben Erfolge, wie andere bacterielle Krankheiten, z. B. die Wundinfectionen, prophylaktisch zu bekämpfen, herrscht ihr gegenüber, obwohl sie die Hauptrolle unter allen Todesursachen spielt, ein durch nichts gerechtfertigter, ein geradezu verhängnissvoller Indifferentismus.

Ohne auf die Gründe des letzteren hier eingehen zu wollen, erschien es mir, um einen Maassstab für die Grösse der Infectionsgefahr zu gewinnen, am zweckmässigsten, die Gesundheits- bezw. Sterblichkeitsverhältnisse derjenigen Personen zu studiren, deren Beruf einen steten, engen Verkehr mit tuberkulösen Kranken mit sich bringt, nämlich der Krankenpfleger.

Bei dem Mangel diesbezüglicher, statistischer Anhaltspunkte und bei der Schwierigkeit und Unmöglichkeit, solche auf privatem Wege zu beschaffen, wandte ich mich an das königlich preussische Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten mit einer diesbetreffenden Bitte und beehre ich mich Sr. Excellenz dem Hrn. Staatsminister Dr. v. Gossler für die durch hohen Erlass vom 28. Febr. v. J.

verfügte statistische Erhebung und für Ueberlassung des dadurch geschaffenen Materials zur Bearbeitung meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Der Gedanke, das Pflegepersonal der Kranken für die Beurtheilung der vorliegenden Frage passiv heranzuziehen, ist insofern nicht neu, als schon da und dort ein Kliniker seine Erfahrung für oder gegen die Gefahr der Ansteckung in die Wagschale geworfen hat, in dem Sinne, dass die unter seiner Leitung stehenden Wärter und Wärterinnen nie oder nach der gegentheiligen Erfahrung sehr häufig inficirt wurden. Zahlen jedoch für diese oder jene Behauptungen wurden nicht angegeben. Ausserdem wurde eine Statistik aus dem Brompton Hospital zu London veröffentlicht, welche, über eine kleine Anzahl von Beobachtungen sich erstreckend, eine erhöhte Phthisissterblichkeit unter Wärtern nicht wahrnehmen liess. Weitere Arbeiten sind meines Wissens nicht erschienen.

Was nun das Krankenpflegepersonal in Preussen anlangt, so diene die kurze Bemerkung, dass sich dasselbe nach der letzten Feststellung des kgl. statistischen Bureaus[1] vom Jahre 1885 derart zusammensetzt:

Ueberhaupt waren

Krankenpflegerinnen vorhanden	11048	
darunter		
katholische Krankenschwestern (barmh. Schwestern)	5470	49·51 Proc.
evangelische Krankenschwestern (Diakonissen) . .	2496	22·59 „
Angehörige anderer Genossenschaften und Vereine (rothes Kreuz)	352	3·19 „
Sonstige	2730	24·71 „
Krankenpfleger waren vorhanden	3162	
darunter		
barmherzige Brüder	383	12·11 „
Diakonen	205	6·45 „
Sonstige Krankenpfleger	2474	81·44 „

Die Frage, ob die Statistik über sämmtliche Krankenpfleger im Staate sich auszudehnen habe, oder ob und welche Schranken ihr zu setzen seien, entschied sich nach folgenden Gesichtspunkten.

Die ausserhalb jeder religiösen oder weltlichen Gemeinschaft stehenden sogenannten freien, selbstständigen Wärter und Wärterinnen sind nach Zahl und Persönlichkeit von Jahr zu Jahr ausserordentlich wechselnd und überhaupt nicht genau bestimmbar. Nur zum geringsten Theile

[1] Siehe *Krankenhaus-Lexikon für das Königreich Preussen.* Herausgegeben v. königl. statist. Bureau. Bearbeitet von Prof. Guttstadt. Berlin 1886. Th. II. S. 182.

systematisch ausgebildet, treiben sie bei zeitweiligem Mangel an sonstiger Beschäftigung die Krankenpflege und wenden sich dann bei geeigneter Gelegenheit einem ihnen zusagenderen Berufe zu. Denn „die rein gewerbliche Seite des Krankendienstes übt, wie Guttstadt an der oben citirten Stelle statistisch nachweist, keine ausreichende Anziehungskraft aus. Es muss vielmehr neben der Gelegenheit zur Ausbildung in diesem Dienste auch die Anlehnung an eine Vereinigung geboten werden, deren Grundsätze der Ausübung der Krankenpflege ein ideales Gepräge verleihen.“ Die selbstständigen Wärter und Wärterinnen waren daher, wollte man nicht auf jede Zuverlässigkeit der gewonnenen Zahlen verzichten, von vorneherein auszuschliessen.

Auch die weltlichen Verbänden angehörigen Pflegerinnen stehen zu denselben nur in einem mehr oder weniger lockeren Zusammenhange. Sei es nun, dass sie die Freiheit und Ungebundenheit dem mit dem Vereinsleben nothwendig verknüpften Zwange und der Unterordnung vorziehen, dass sie sich also selbstständig machen wollen oder dass sie die Krankenpflege ganz aufgeben, um sich z. B. zu verheirathen, oder aus sonstigen Gründen, die sie nicht einmal darzulegen brauchen, steht ihnen jederzeit frei, aus dem Verbande auszuscheiden. Bedenken wir vollends, dass der Krankendienst ein mühevoller und aufreibender ist, der die ganzen und vollen Kräfte einer gesunden Person erheischt und absorbirt, so ist es leicht begreiflich, wenn manche Pflegerinnen nach einigen Jahren ihrem Berufe nicht mehr ganz gewachsen, ohne deshalb schon eigentlich krank zu sein und das Gnadenbrod der Anstalt, das ihnen zudem erst nach einer längeren Reihe von Dienstjahren gewährt wird, in Anspruch nehmen zu können oder zu müssen, einer leichteren Beschäftigung sich widmen und nach kürzester Zeit dem Gesichtskreise und der Beobachtung der Anstalt entrückt sind.

Krankheits- und Sterbetafeln, welche sich auf diese Classe von Wärtern oder Wärterinnen beziehen, bieten also, soweit die Tuberculose in Frage kommt, keine so genügende Gewähr auf Richtigkeit, als dass sie als Grundlage für eine wissenschaftliche Untersuchung benutzt werden könnten. Denn wir müssen immer daran festhalten, dass die Tuberculose meist nicht von heute auf morgen ihre bedenklichen Symptome äussert, sondern dass, von den Ausnahmen einer miliaren Eruption abgesehen, die ersten Zeichen erst Monate lang nach dem factisch erfolgten Eintritte des Tuberkelbacillus in den Organismus auftreten und, dem Laien und in der ersten Zeit oft sogar noch dem Arzte zur Täuschung, unter dem Bilde allgemeinen Unbehagens, Unlust zur Arbeit, Müdigkeit u. s. w. sich äussern, bis hinzukommende physikalische Symptome oder sich einstellender Husten die Situation klären.

Während sich also z. B. die Ansteckungsfähigkeit des Typhus, der Diphtherie bei ihren fast wenige Tage nach der Infection erscheinenden, untrüglichen Kennzeichen ohne Mühe constatiren lässt, während es relativ leicht ist, hier die Quellen der Ansteckung zu erforschen, stellen sich dem bei der Tuberculose ganz ausserordentliche Schwierigkeiten entgegen. Von diesem Gesichtspunkte aus sind auch alle die gegen die Grösse der Ansteckungsgefahr vorgebrachten Einwände und Beispiele zu beurtheilen und auf ihren Werth zu prüfen.

So strenge Anforderungen nun auch an eine in dieser Hinsicht brauchbare Statistik gestellt werden müssen, so sind sie doch gerade hier zu erfüllen, da die grösste Zahl der in der Krankenpflege Thätigen religiösen Gemeinschaften angehört und sich diesem Berufe nicht des Lebensunterhaltes und der Versorgung wegen, sondern aus religiösen, idealen Motiven, aus Herzensneigung und dem edlen Wunsche, des kranken, hilflosen Mitmenschen Schicksal zu erleichtern, gewidmet haben.

Zunächst also konnten nur die weiblichen und männlichen katholischen Orden in Betracht kommen, da diese entweder ein feierliches Gelübde für das ganze Leben bindet, im Orden zu bleiben, und weder durch Krankheit, noch durch irgend welche andere Verhältnisse ein Austritt erfolgen kann oder wenigstens die ganze Art und Fassung ihrer Ordensregeln eine spätere Ausscheidung geradezu als etwas Unerhörtes erscheinen lässt.

In zweiter Linie war noch die Zuziehung der evangelischen Diakonissen zu erwägen. Da jedoch hierbei der Austritt einzelner Mitglieder infolge Krankheit oder sonstiger Verhältnisse, Heirath u. s. w. nicht nur möglich ist, sondern auch thatsächlich erfolgt, so erschien es im Interesse der Sicherheit der zu gewinnenden Resultate geboten, auch diese auszuschliessen.

Man konnte sich um so eher auf die katholischen Orden beschränken, als sie, in deren Händen Jahrhunderte hindurch die ganze Krankenpflege allein lag, auch heute die bedeutende Mehrzahl der Pfleger und Pflegerinnen bilden und in stetem Wachsthum begriffen schon im Jahre 1885, wie wir oben gesehen, fast 6000 Personen ausmachten.

Um bei der jedoch für eine Statistik immerhin noch geringen Zahl zu möglichst zuverlässigen Ergebnissen zu gelangen, musste man, was in der Breite der Beobachtung fehlte, durch die Tiefe ersetzen und war deshalb eine Ausdehnung der Forschung auf die letzten 25 Jahre geboten. Die an die einzelnen Klöster gerichteten Fragen bezogen sich auf die Zahl der während jedes der 25 Jahre eingetretenen Todesfälle, die jeweilige Todesursache, Alter und Klosterjahre der Verstorbenen, die Krankheitsdauer, Art der Beschäftigung, sowie einige allgemeine

Fragen über den jährlichen Bestand an Schwestern und Novizen und über Alter und Zahl des jährlichen Zugangs.

Zunächst sollten nur die sämmtlichen Mutterhäuser der Krankenpflegeorden des preussischen Staates, wie sie im Krankenhauslexikon[1] aufgeführt sind, über sich und über alle zugehörigen Arbeitsfelder und Filialen Berichte einsenden. Irrthümlicherweise aber schickten auch eine Anzahl Töchterhäuser Specialberichte ein, welche eine willkommene Gelegenheit boten, die Uebereinstimmung der beiderseitigen Angaben zu constatiren. Einige Male allerdings wichen die Notizen auch um ein Geringes von einander ab, besonders betreffs der Angaben der Klosterjahre und der Krankheitsdauer, und habe ich in diesen Fällen die vom Mutterhaus gegebenen Notizen für die zuverlässigeren gehalten, da deren Leitung in stabileren Händen ruht und hier schon der Direction wegen eine genauere Buchführung vorausgesetzt werden darf als in den Töchterhäusern, welch' letztere sich in ihren Angaben oft geradezu auf erstere berufen.

Die Fragebogen wurden von den meisten Klöstern ziemlich vollständig beantwortet, andere erklärten sich in Ermangelung entsprechender Aufzeichnungen ausser Stande, die gesuchten Aufschlüsse, besonders über die früheren Jahre, zu ertheilen, wieder andere vermochten nur einzelne Fragen zu beantworten. Soweit besondere Bemerkungen sich daran knüpften, sind dieselben weiter unten angeführt.

Es muss übrigens hier erinnert werden, dass vereinzelte Klöster sich ausser der Krankenpflege auch noch mit Schulunterricht und Kinderpflege beschäftigen. Von den vorliegenden zur Statistik brauchbaren Berichten sind nur in zwei seinerzeit benannten Klöstern die überwiegende Anzahl der Schwestern Lehrerinnen, sonst sind diese den Sterbetafeln nach bedeutend in der Minderheit. Die meisten Klöster sind überhaupt nur in der Krankenpflege thätig.

Nach Sichtung des Materials erwiesen sich die Berichte von 38 Klöstern (incl. eines bayerischen mir privatim zu Händen gekommenen) in der Mehrzahl der Antworten für verwerthbar und repräsentiren dieselben bei einer jährlichen Durchschnittszahl von 4028·80 Schwestern resp. Brüdern und bei einer Gesammtsumme von 87450 beobachteten Personenjahren eine Anzahl von 2099 Gestorbenen. Von einer Verarbeitung der Krankheitsdauer wurde, da die diesbezüglichen Angaben sehr unbestimmt gehalten waren, ganz abgesehen.

Um einen allgemeinen Ueberblick zu gewähren, schalte ich an dieser Stelle eine tabellarische Darstellung der einzelnen Krankenpflegeorden (oder Congregationen) ein, deren jeder aus einem Mutter-

[1] A. a. O.

Tabelle I. Die Sterblichkeit nach Todesursachen in (

	Jährliche Durchschnitts-Frequenz	Gestorben überhaupt	Es starben während der 25 Ja								
			Tuberculose	Typhus	Pocken	Cholera	Erysipel	Krebs	Wassersucht	Apoplexie	Lungen- und
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
1. Krankenpflegeorden	515·60	272	198	15	6	1	3	7	5	3	
2. „	298·96	175	114	23	1	7	—	—	1	—	
3. „	74·52	81	57	—	—	—	1	3	—	1	
4. „	350·92	187	124	26	—	2	—	2	6	4	-
5. „	48·32	39	28	5	—	—	—	—	—	—	-
6. „	479·48	194	142	13	1	2	—	8	3	1	
7. „	98·21	64	41	7	3	—	—	—	2	1	
8. „	54·48	60	40	1	—	—	—	—	2	—	
9. „	118·08	59	41	2	1	—	—	-	1	2	
10. „	50·72	34	26	5	—	—	—	—	1	—	-
11. „	254·84	119	72	14	1	—	—	—	3	—	
12. „	8·36	13	4	1	—	—	—	—	—	1	
13. „	64·61	15	7	—	—	—	—	—	4	—	
14. „	42·76	10	5	—	1	—	—	—	—	—	
15. „	13·72	5	2	—	—	—	—	—	—	1	-
16. „	43·32	28	16	1	—	1	—	—	2	1	
17. „	27·40	10	7	—	—	—	—	1	—	—	-
18. „	43·56	18	13	3	1	—	—	—	—	1	-
19.[1] „	37·72	10	10	—	—	—	—	—	—	—	-
20. „	141·36	57	24	6	1	—	—	1	2	—	
21. „	27·00	11	5	2	—	—	—	—	1	—	-
22. „	18·90	13	5	—	—	—	—	—	—	2	-
23. „	56·12	27	13	1	—	—	—	4	1	1	
24. „	69·84	37	18	2	—	1	2	3	—	—	-
25. „	77·20	49	27	5	—	—	—	—	5	1	
26. „	60·68	14	5	1	—	—	—	—	1	—	
27. „	147·96	71	29	2	—	2	—	4	4	—	
28. „	49·20	24	16	1	—	—	—	2	—	1	
29.[2] „	8·76	6	3	—	—	—	1	—	—	1	-
30. „	63·60	25	11	1	1	—	—	4	1	—	
31. „	25·68	10	4	—	2	—	—	—	—	—	
32. „	77·32	42	12	8	—	—	—	1	2	2	
33. „	64·40	15	6	—	—	1	—	—	—	—	
34. „	442·15	232	155	25	1	—	—	4	5	1	
35. „	50·00	27	15	4	—	—	—	3	1	4	-
36.[1] „	16·00	11	2	1	—	—	—	2	1	1	
37. „	7·05	2	2	—	—	—	—	—	—	—	-
38.[3] „		33	21	2	—	—	2	1	—	—	
Summe	4028·80	2099	1320	177	20	17	9	50	54	30	7
Beobacht. Personenjahre[4]	87450										
Procentverhältniss d. einzelnen Todesursachen z. Gesammtsterblichkeit			62·88	8·23	0·95	0·81	0·42	2·38	2·57	1·43	3·

[1] Die Berichte von Nr. 19 und 36 dehnen sich nur über 22 Jahre aus.
[2] Nr. 29 bis 33 sind männliche Krankenpflegeorden.

…inzelnen Krankenpflegeorden während der letzten 25 Jahre.

…n nebenstehenden Orden an:													
Herz-krankheiten	Gehirn-krankheiten	Nieren-krankheiten	Magen- und Darmleiden	Leber-krankheiten	Rheumatische Leiden	Rückenmarks-leiden	Gicht	Unterleibs-leiden	Allgem. u. Altersschwäche	Sonstige Krankheiten	Procent-Verhältniss der überhaupt Gestorbenen zu sämmtlichen Lebenden	Procent-Verhältniss der an Tuberculose Gestorbenen zu sämmtlichen Lebenden	Procent-Verhältniss der an Tuberculose Gestorbenen zu sämmtl. Gestorbenen
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
[illegible]	5	2	4	1	1	1	—	1	1	3	2·11	1·54	72·79
6	2	—	1	—	2	1	2	—	2	9	2·34	1·53	65·14
3	1	2	2	2	—	1	—	—	—	6	4·35	3·06	70·37
6	2	3	1	2	—	1	—	2	—	5	2·13	1·41	66·31
1	—	1	3	—	—	—	—	1	—	—	3·23	2·32	71·79
7	3	1	—	1	1	1	—	5	—	1	1·62	1·18	73·20
1	1	—	—	3	—	—	—	1	—	1	2·72	1·74	64·06
2	1	4	—	—	—	1	—	4	—	2	4·41	2·94	66·66
3	—	—	2	1	—	—	—	1	—	4	2·00	1·39	69·49
1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2·68	2·05	76·47
—	2	—	2	1	1	—	—	3	4	8	1·87	1·13	60·50
1	—	—	2	1	—	—	—	—	—	1	6·22	1·91	30·77
—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1·29	0·61	46·67
1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	0·94	0·47	50·00
—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1·46	0·58	40·00
—	—	1	1	—	—	1	—	—	2	—	2·59	1·48	57·14
—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1·46	1·02	70·00
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·65	1·19	72·22
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·20	1·20	100·00
4	—	2	1	1	1	—	—	—	—	7	1·61	0·68	42·11
—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	1·85	0·84	45·45
1	—	—	1	—	—	—	—	—	4	—	3·44	1·82	38·46
1	—	—	1	—	—	—	—	2	—	2	1·92	0·93	48·14
1	1	—	1	—	—	—	—	5	—	3	2·12	1·03	48·64
1	2	—	—	1	—	2	—	—	2	2	2·54	1·39	55·10
—	—	1	—	—	1	1	—	1	—	2	0·92	0·33	35·71
5	3	—	1	2	2	—	1	—	5	5	1·92	0·78	40·84
1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1·95	1·30	66·67
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2·74	1·37	50·00
1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1·57	0·69	44·00
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1·56	0·62	40·00
3	1	4	—	—	—	—	—	—	3	5	2·17	0·62	28·57
3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	0·93	0·37	40·00
14	—	—	1	1	—	5	—	3	—	9	2·01	1·35	66·81
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2·16	1·20	55·56
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3·13	0·57	18·18
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·42	1·42	100·00
2	—	—	—	1	—	—	2	1	—	1			63·64
77	27	21	27	18	10	17	5	32	28	86			
·67	1·28	1·00	1·28	0·85	0·47	0·81	0·24	1·52	1·33	4·09			62·88

[3] Bei Nr. 38 liess sich eine Durchschnittszahl nicht feststellen.

[4] Unter Personenj. verstehe ich, wie schon d. Name andeut., 1 Lebensjahr Einer Person.

hause, gewissermassen der Centralstelle, und einer Reihe über verschiedene Orte und Provinzen verbreiteter Arbeitsfelder oder Filialen sich zusammensetzt. Namen und Wohnsitz der betreffenden Orden habe ich aus naheliegenden Gründen weggelassen, beziehungsweise durch Nummern ersetzt. Die vorliegende Tabelle I enthält die jährliche Durchschnittszahl der Klosterangehörigen, die Gesammtsumme der Gestorbenen in denselben, die Vertheilung derselben auf die einzelnen Krankheiten, das Procentverhältniss der überhaupt und der an Tuberculose Gestorbenen zu den Lebenden, das Procentverhältniss der an Tuberculose Gestorbenen zur Gesammtsterblichkeit, endlich die Summe der den einzelnen Krankheiten in sämmtlichen Klöstern während der Zeit der Beobachtung Erlegenen.

Schon ein flüchtiger Blick auf Tabelle I lässt die Thatsache ganz unzweifelhaft erkennen, dass die Gruppirung der Todesursachen, ihr numerisches Verhältniss zu einander ein ganz ungewöhnliches ist. Denn während wir gewöhnt sind, die Tuberculose unter gewöhnlichen Verhältnissen als die Ursache von $^1/_7$—$^1/_8$ aller Todesfälle anzusehen, macht sie hier in der unten angegebenen Gesammtsumme der Todten von 2099 fast zwei Drittel (1320) oder 62·88 Procent aus, ein Verhältniss, das, wie wir aus Rubrik 26, welche das Procent der Todesfälle an Tuberculose zu der Gesammtsterblichkeit in jedem Kloster angiebt, ersehen, in fast der Hälfte der Klöster noch übertroffen wird und in einzelnen sogar bis zu $^3/_4$ aller Todesfälle steigt, wenn ich von ein paar kleineren Mutterhäusern (Nr. 19 und Nr. 37) absehe, in denen geradezu jeder Todesfall der Tuberculose zur Last fällt.

Derjenige, der die einschlägigen Verhältnisse nicht kennt oder nur oberflächlich beurtheilt, möchte sich vielleicht wundern, dass die einzelnen Klöster nicht unerhebliche Differenzen zeigen, denn während in der überwiegenden Zahl derselben die Tuberculose 60—70 Procent aller Todesfälle verursacht, spielt sie in anderen eine viel bescheidenere Rolle und hat nur 40—50 Procent auf ihrem Gewissen, ja es könnte sogar der voreilige Schluss gezogen werden, es gehe gerade aus dieser Ungleichartigkeit hervor, dass nicht die doch allen Klöstern gemeinsame Pflege der Kranken und also der Tuberculösen — denn wo fehlten diese in einem Krankenhause — Schuld an der erhöhten Phthisismortalität der Pflegerinnen trage, sondern diese in anderen Umständen zu suchen sei.

Wir brauchen aber dem Gegenstande nur einige Aufmerksamkeit zuzuwenden, um die Gründe obiger Differenzen klar zu erkennen.

Für's Erste sind es nur kleinere Klöster, also über eine kleinere Anzahl von Personen sich erstreckende Beobachtungen, in denen wir die Phthisismortalität minder hoch finden, und kommt somit diesen Beobachtungen auch eine geringere Bedeutung zu. Andererseits

dürfen wir aber nicht vergessen, dass ja auch eine nicht unbeträchtliche Anzahl von chirurgischen Stationen der Schauplatz der Thätigkeit und Pflege der Krankenschwestern ist, Stationen also, in denen erfahrungsgemäss wenige und keine Phthisiker sich aufhalten, also auch dementsprechend keine Tuberkelbacillen vorhanden sind und folglich keine Ansteckungsgefahr besteht, wie dies auch experimentell vom Verfasser schon nachgewiesen wurde.[1]

Ausserdem aber fällt noch ein sehr wesentlicher Umstand in's Gewicht, dass nämlich die Pflege der Schwindsüchtigen keineswegs unter allen Umständen die gleichen Gefahren der Ansteckung mit sich bringt. Denn nicht der Verkehr mit Phthisikern als solcher, nicht seine Dauer und Intensität bestimmt die Grösse der Ansteckungsgefahr, sondern den Ausschlag hierfür giebt die Art und Weise, wie die betreffenden Kranken mit dem von ihnen producirten Ansteckungsstoffe umgehen. Verhindern sie sorgfältig dessen Vertrocknung und Verstäubung, so liegt auch kein irgend haltbarer Grund vor, den Verkehr mit ihnen, ihre Pflege als besonders gefährlich zu bezeichnen.

Es wird aber Niemand leugnen, dass diese Verhältnisse in den verschiedenen Krankenhäusern recht verschieden gehandhabt werden.

Während der Arzt, der durchdrungen ist von der Contagiosität der Tuberculose, ein sorgsames Auge auf die zweckmässige Beseitigung der Ansteckungsstoffe haben wird und es nicht unter seiner Würde erachtet, die Einhaltung der gegebenen Vorschriften durch eigene Controle zu überwachen, beschränkt sich der andere — und das ist, wie mir Niemand bestreiten wird, leider bis heutigen Tages die weitaus grösste Mehrzahl — darauf, dem Kranken ein Spuckglas geben zu lassen, und ist schon zufrieden, wenn er sich in demselben ab und zu von der Beschaffenheit des Sputums überzeugen kann. Ob aber der Kranke all' seinen Auswurf dorthin entleert oder einen nicht unbeträchtlichen Theil in's Taschentuch wirft, die Bettwäsche damit beschmutzt und damit die Möglichkeit der Verstäubung und Ansteckung giebt, darüber gehen die Meisten gleichgiltig hinweg.

Brauche ich doch nur zu erinnern, dass bei einer einschlägigen Untersuchung[2] unter sieben Krankenhäusern in fünfen virulente Tuberkelbacillen zu wiederholten Malen (in 15 Proben) an der Wand und den Bettgestellen nachgewiesen wurden, dass aber in zwei Krankenhäusern, n zwei mit zahlreichen Phthisikern belegten Sälen sich auch

[1] Die Verbreitung der Tuberkelbacillen ausserhalb des Körpers. *Diese Zeitschrift.* Bd. V. S. 262.

[2] A. a. O. S. 274.

in unmittelbarer Nähe der Schwindsüchtigen keine Tuberkelbacillen fanden. Während also in ersteren Krankenhäusern die Pfleger und Pflegerinnen offenbar der Gefahr der Infection in hervorragendem Grade ausgesetzt waren, haben wir kein Recht, eine solche Gefahr auch in den letzten zwei Krankensälen trotz der Anwesenheit zahlreicher Schwindsüchtiger anzunehmen.

So erklärt sich ohne Zwang die Differenz, dass die Schwestern bestimmter Krankenhäuser und damit bestimmter Orden ganz besonders gefährdet sein können und der Tuberculose noch öfter erliegen, als in anderen.

Nächst der Tuberculose tritt noch der Typhus durch eine aussergewöhnlich hohe Zahl hervor. Auch der Krebs erscheint etwas vermehrt. Die übrigen Krankheiten halten sich ungefähr auf dem Niveau des Normalen.

In Rubrik 24 ist das Procentverhältniss der Gestorbenen überhaupt und in Rubrik 25 das der an Tuberculose Gestorbenen zu den Lebenden berechnet, Angaben, die jedoch lediglich einen allgemeinen Ueberblick bieten sollen, sonst aber nur eine sehr discrete Verwendung finden dürfen.

Denn es wäre absolut falsch, diese Verhältnisszahlen mit den gleichnamigen der ganzen Bevölkerung des Staates oder auch der gleichaltrigen desselben in Vergleich zu bringen, ein Fehler, dem man vielfach in statistischen Erörterungen begegnet. So hat z. B. die gleichaltrige Bevölkerung (von 15 bis über 80 Jahre) im Staate eine Sterblichkeit von etwa 1·81 Procent, würde also kaum ein Drittel weniger als die Klostersterblichkeit betragen. Gleichwohl wäre ein solcher Schluss total ungerechtfertigt und der Wirklichkeit geradezu widersprechend. Denn die beiden Menschengruppen unterscheiden sich ganz wesenstlich in der Art ihrer Zusammensetzung, insofern in den Klöstern die jüngeren Jahrgänge, wie wir weiter unten sehen werden, im Verhältniss weit stärker vertreten sind als im ganzen Staate und durch den frühzeitigen Eintritt des Todes nur wenige überhaupt in ein höheres Alter gelangen, während gerade die höheren Jahrgänge den Procentsatz der Sterblichkeit im Staate bedeutend erhöhen. Wir würden also vollständig Ungleichartiges mit einander in Parallele bringen und unwahre Ergebnisse erhalten.

Bei Nr. 3 der oben angeführten Krankenpflegeorden ist eine Fehlerquelle insoweit nicht ausgeschlossen, als sich die Angabe der jährlichen Frequenz und der Todesfälle auf das Mutterhaus allein beschränkt, dort aber ein Zusammenströmen von invaliden Schwestern immerhin denkbar und sogar wahrscheinlich ist und die Sterbeziffer über das richtige Maass erhöht haben kann.

Tabelle II. Die Sterblichkeit an Tuberculose und den anderen Krankheiten in den einzelnen Krankenpflegeorden in den verschiedenen Altersklassen.

	über 15—20 Jahre		über 20—25 Jahre		über 25—30 Jahre		über 30—40 Jahre		über 40—50 Jahre		über 50—60 Jahre		über 60—70 Jahre		über 70Jahr.		Absolute Zahlen	
	Gestorben an Tuberculose	an anderen Krankheiten	an Tuberculose	an anderen Krankheiten	an Tuberculose	an anderen Krankheiten	an Tuberculose	an anderen Krankheiten	an Tuberculose	an anderen Krankheiten	an Tuberculose	an anderen Krankheiten	an Tuberculose	an anderen Krankheiten	an Tuberculose	an anderen Krankheiten	Summe der Todesfälle	Durchschnittsalter der Gestorbenen aus der Summe aller Lebensjahre berechnet
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1. Krankenpflegeord.	—	—	24	4	63	12	85	31	18	13	4	13	4	—	—	1	272	33·91
2. „	6	1	21	16	34	13	42	17	9	7	2	5	—	2	—	—	175	30·75
3. „	—	—	4	—	5	4	21	1	21	8	5	4	1	6	—	1	81	41·69
4. „	1	3	15	11	39	10	49	15	19	13	1	7	—	4	—	—	187	33·57
5. „	—	—	—	1	10	3	13	3	4	2	—	1	1	—	—	1	39	34·74
6. „	—	—	9	2	31	11	72	8	26	10	4	16	—	5	—	—	194	36·24
7. „	—	—	7	4	11	4	16	9	6	4	1	2	—	—	—	—	64	32·72
8. „	—	2	6	3	12	3	16	3	4	6	2	—	—	3	—	—	60	34·29
9. „	1	2	10	2	12	4	11	2	5	4	2	3	—	1	—	—	59	32·42
10. „	—	—	2	3	5	2	15	2	3	1	1	—	—	—	—	—	34	31·94
11. „	—	—	5	4	10	6	32	12	20	12	4	6	1	6	—	1	119	38·27
12. „	—	—	—	—	1	1	—	1	—	—	—	2	1	3	2	2	13	57·07
13. „	—	—	—	—	2	—	5	—	—	1	—	1	—	5	—	1	15	47·08
14. „	—	—	1	—	—	—	3	1	1	—	—	—	—	3	—	1	10	46·20
15. „	—	—	1	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	1	—	—	5	45·20
16. „	—	—	1	—	2	1	5	3	6	5	2	—	—	—	—	3	28	41·60
17. „	—	—	—	—	3	1	2	—	2	1	—	—	—	1	—	—	10	37·20
18. „	—	—	2	2	5	2	5	1	1	—	—	—	—	—	—	—	18	28·88
19. „	—	—	1	—	5	—	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	10	29·60
20. „	—	—	1	2	1	11	16	13	5	4	1	2	—	1	—	—	57	35·05
21. „	1	—	—	2	2	1	2	2	—	—	—	1	—	—	—	—	11	30·63
22. „	—	—	2	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	3	1	4	13	57·46
23. „	—	—	2	1	5	—	5	4	1	4	—	2	—	1	—	2	27	38·00
24. „	—	—	3	7	2	2	9	4	4	3	—	2	—	1	—	—	37	33·54
25. „	—	—	4	1	9	2	8	5	3	3	—	5	3	5	—	1	49	40·77
26. „	—	—	1	2	3	1	—	6	1	—	—	—	—	—	—	—	14	30·00
27. „	1	—	2	—	6	1	10	4	1	8	3	6	3	10	3	13	71	51·88
28. „	—	—	4	1	4	2	4	1	3	3	1	—	—	—	—	1	24	34·66
29. „	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	1	—	—	1	—	1	6	50·33
30. „	—	—	2	—	1	1	2	4	5	2	1	4	—	2	—	1	25	43·68
31. „	—	—	—	—	—	—	1	1	2	3	1	1	—	1	—	—	10	46·30
32. „	—	—	2	—	1	4	4	4	4	5	—	6	1	6	—	5	42	47·14
33. „	—	—	1	—	3	—	1	—	—	3	1	1	—	4	—	1	15	48·06
34. „	4	1	31	9	52	20	45	23	18	14	3	9	2	1	—	—	232	32·03
35. „	—	—	—	—	2	—	8	2	1	3	3	4	1	1	—	2	27	46·33
36. „	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	1	2	—	5	11	62·72
37. „	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	37·00
38. „	—	—	—	2	6	2	11	1	4	2	—	3	—	2	—	—	33	36·51
39.[1] „																	4	47·50
40. „																	158	34·38
	14	9	164	79	348	124	525	186	201	146	43	107	19	81	6	47	2261	36·27
	23		248		472		711		347		150		100		53			

[1] Bei Nr. 39 und 40 war nur das Alter der Gestorbenen angegeben, die anderen Angaben so unvollständig, dass sie sich der weiteren Verwerthung entziehen mussten.

Auch bei Nr. 4 findet sich eine wenn auch nur kleine Anzahl Schwestern ausserhalb der Provinz und kehren dieselben bei Krankheit zurück. Ausserdem kann bei diesem Kloster für die Angaben bis zum Jahre 1873 nicht die volle Garantie übernommen werden.

Immerhin dürften diese kleinen Mängel die Richtigkeit des Ganzen in keiner Weise beeinträchtigen.

Bemerkt sei auch gleich an dieser Stelle, dass in Nr. 9 und Nr. 27 grösstentheils Lehrerinnen sich befinden.

Wenden wir unsere Aufmerksamkeit nun der auf Tabelle II ersichtlichen Vertheilung der Todesfälle in den einzelnen Klöstern auf die verschiedenen Altersclassen zu und zwar mit Unterscheidung der beiden Hauptgruppen: der durch Tuberculose und der durch andere Krankheiten verursachten Todesfälle, so finden wir, dass fast ausnahmslos in sämmtlichen Klöstern die überwiegende Mehrzahl der Gestorbenen im zwanzigsten bis fünfzigsten Jahre stand, während in den höheren Jahrgängen nur mehr vereinzelte Todesfälle notirt sind.

Leider war es aus verschiedenen Gründen unthunlich, hier schon die Zahl der in den einzelnen Klöstern von jeder Altersklasse Lebenden beizusetzen, wie es im Interesse einer klareren Auffassung vielleicht wünschenswerth gewesen wäre. Eine dem gerecht werdende Zusammenstellung mit Bezug auf einen grösseren Theil der Klöster zugleich im Vergleich mit dem Staate findet sich weiter unten auf Tabelle IV.

Schon hier aber sei die Bemerkung gestattet, dass die an sich auffallende Thatsache, dass die grösste Anzahl der Todesfälle schon im 40. Lebensjahre eintritt und die Zahl der Gestorbenen dann abnimmt und bereits im nächsten Decennium von 711 auf 347, also um die Hälfte sinkt, während die absolute Sterblichkeit im ganzen Staate in den hier in Betracht kommenden Altersclassen bis zum 70. Jahre steigt — dass die Thatsache nicht etwa darin ihren Grund hat, dass die Krankenpflege in den späteren Jahren keine Nachtheile mehr mit sich bringt, dass die Pflegerinnen immun geworden sind, sondern sie findet ihre natürliche Erklärung in dem lawinenartigen Anschwellen der Sterblichkeit in den ersten Jahren, der zufolge, wie schon oben ausgeführt, nur wenige Personen dem Tode entgehen, nur wenige in ein mittleres oder gar höheres Alter gelangen. Daher kann auch bei der absolut geringeren Anzahl der über das 50. Jahr Lebenden die absolute Zahl der durch den Tod Entrissenen nur mehr sehr klein ausfallen. Der Tod findet keine reiche Ernte mehr, er hat schon in früheren Jahren fast alles weggenommen.

Die geringe Anzahl der Todesfälle in der Altersperiode von 15 bis 20 Jahren hat, wie dies durch die später folgende Tabelle IV erwiesen wird, ihren Grund lediglich in der geringen Anzahl der in diesem jugendlichen Alter schon im Kloster befindlichen Personen.

Bestätigt wird übrigens obige Erklärung ausser durch die später folgende Tabelle IV auch durch das hier nebenstehende Durchschnittsalter der Gestorbenen (in Rubrik 18 und 19 Tabelle II). Da zwei Klöster (Nr. 39 und 40) mit 162 Todesfällen nur das Alter der Gestorbenen, nicht aber die Krankheiten oder sonstige Daten angegeben hatten, so waren diese Berichte in den sonstigen Tabellen nicht verwendbar, konnten aber hier bei Berechnung des Durchschnittsalters herangezogen werden, wodurch sich die Steigerung der sonst in Rechnung gebrachten 2099 Todesfälle auf 2261 erklärt. Unter diesen 2261 beobachteten Todesfällen betrug das Durchschnittsalter nur 36·27 Lebensjahre, eine Zahl, welche allein schon die bedeutend vermehrte Sterblichkeit unwiderleglich beweist und jede weitere Erörterung in dieser Hinsicht fast überflüssig erscheinen lässt.

Wir müssen aber noch beachten, dass diese 2261 im blühendsten Durchschnittsalter Gestorbenen sich nicht etwa aus von Jugend auf Schwachen und körperlich Siechen rekrutiren, sondern dass es kräftige, junge Mädchen und Männer sind, welche vom 18., die Mehrzahl erst vom 22.—30. oder 35. Jahre sich der Krankenpflege widmen, dass ihre körperliche Gesundheit, ärztlich attestirt, geradezu Aufnahmsbedingung in den Krankenpflegeorden ist, die wohl in einzelnen Fällen übersehen werden mag, die aber im Grossen und Ganzen doch eine gesunde Bevölkerung garantirt, eine anfänglich und durchschnittlich gesündere als die im ganzen Staate ist. Denn sie vereinigen sich ja nicht zu einem beschaulichen Leben, sondern zu mühevoller, ein reiches Maass von Kräften voraussetzender Arbeit. — In einzelnen Klöstern wird aber nicht einmal dieses Durchschnittsalter von 36 Jahren erreicht, sondern geht dasselbe auf 30 und 28 Jahre herunter.

Es ist kaum eine Bevölkerungsgruppe bekannt, bei der bisher auf Grund eingehender statistischer Arbeit eine so geringe Lebensdauer, ein so rapides Absterben constatirt worden wäre. Um nur ein Beispiel zu erwähnen, erreichen z. B. Feilenhauer und Metallschleifer, die nach der von Oldendorff[1] aufgenommenen Statistik anerkannt gefährdet sind, nach dem gleichen Gewährsmann ein in den mittleren Jahren um etwa 8—10 Jahre höheres Alter. Auch Merkel[2] und Hirt fanden, so weit sie sich auf zuverlässiges Material stützen konnten, bei ihren Untersuchungen keine so niederen Zahlen wie wir sie hier sich entwickeln sahen.

---

[1] Dr. A. Oldendorff, *Der Einfluss der Beschäftigung auf die Lebensdauer der Menschen*. Berlin 1878. Norddeutsche Verlagsanstalt.

[2] Dr. Gottl. Merkel, Die Staubinhalationskrankheiten. — Dr. Hirt, Die Gasinhalationskrankh. u. d. gewerbl. Vergiftung. v. Ziemssen's *Handb. d. Hyg.* II. Th. 4.

Nach ihnen zeigen die durch Staubinhalation gefährdeten Arbeiter folgende Verhältnisse:

	Durchschnittl. Lebensdauer	Mortalität in Procent
Grobschmiede	55·1	1·8
Schlosser	49·1	1·4
Feilenhauer	54·0	1·6
Kupferschmiede	48·6	1·89
Klempner	47·0	2·78
Töpfer	53·1	1·85
Maurer	55·6	1·59
Tischler	49·8	1·89
Müller	45·1	1·7
Tuchscheerer	57·59	1·5
Friseure	57·9	2·39
Tapezierer	—	2·39
Hutmacher	51·6	2·9
Spinner (unter günst. Verhältn.)		0·6
Weber	54·5	1·36

Suchen wir nun nach der Ursache dieser geradezu unerhörten Mortalität, so sehen wir dieselbe in der gleichen Tabelle (II. Rubrik 4—11) klar vor uns liegen.

Denn beim Vergleiche der durch Tuberculose und durch andere Krankheiten veranlassten Todesfälle zeigt es sich, dass die Tuberculose in diesen Lebensjahren nicht nur überwiegt, sondern dass sie sogar die Summe aller andern Todesarten noch um das zwei- und dreifache, in einzelnen Klöstern sogar um das fünf- und siebenfache übertrifft.

Die Tabellen I und II ergeben also, dass zwischen den einzelnen Klöstern, sowohl was die Sterblichkeit überhaupt, als was die an Tuberculose anlangt, zwar Differenzen vorkommen, die mit der Kleinheit der Zahlen naturgemäss zunehmen, das Gemeinsame aber tragen sämmtliche Berichte an sich: Die Sterblichkeit ist in allen Krankenpflegeorden ganz ungewöhnlich erhöht, und zwar fällt der Höhepunkt, entgegen den allgemeinen Verhältnissen, in die Periode vom 20.—50. Lebensjahre und die Hauptursache dieser Steigerung beruht in dem dominirenden Auftreten der Tuberculose.

Da bei dem Auseinanderhalten der einzelnen Klöster die relativ kleinen Zahlen nur sehr reservirte Schlüsse zulassen, so habe ich in den folgenden Tabellen sämmtliche Klöster, die ja weder nach Art der Krankenpflege, noch der Lebensverhältnisse in wesentlichen Punkten differiren, zusammengezogen, wodurch ebenso die Sicherheit der Beobachtung wie die Leichtigkeit des Ueberblickes gewinnt.

Tabelle III. Die Sterblichkeit in den gesammten katholischen Krankenpflegeorden nach Todesursachen und Altersclassen. Absolute Zahlen.

Fortl. Nummer	Todesursachen	An nebenverzeichneten Todesursachen sind im Laufe der letzten 25 Jahre Personen gestorben im Alter von								Summe
		über 15 bis 20 Jahre	über 20 bis 25 Jahre	über 25 bis 30 Jahre	über 30 bis 40 Jahre	über 40 bis 50 Jahre	über 50 bis 60 Jahre	über 60 bis 70 Jahre	über 70 Jahre	
1	Tuberculose	14	164	348	525	201	43	19	6	1320
2	Typhus und Flecktyphus	5	41	54	47	19	10	1	—	177
3	Pocken	—	2	8	6	3	—	1	—	20
4	Cholera	—	2	6	7	1	1	—	—	17
5	Erysipel	—	1	3	2	2	1	—	—	9
6	Krebs	—	—	2	12	15	13	7	1	50
7	Wassersucht	—	1	2	11	9	13	12	6	54
8	Apoplexie	1	2	—	4	3	11	4	5	30
9	Lungen- u. Brustfellentzdg.	1	2	11	14	14	8	16	8	74
10	Herzkrankheiten	1	7	8	18	20	11	10	2	77
11	Gehirnkrankheiten	—	3	1	11	8	2	1	1	27
12	Nierenkrankheiten	—	1	2	8	5	2	2	1	21
13	Magen- und Darmleiden	—	—	3	6	6	9	3	—	27
14	Leberkrankheiten	—	1	2	5	3	4	2	1	18
15	Rheumatische Leiden	—	—	3	3	2	—	2	—	10
16	Rückenmarksleiden	—	—	5	4	5	1	2	—	17
17	Gicht	—	—	—	1	2	1	—	1	5
18	Unterleibsleiden	1	4	4	3	9	9	2	—	32
19	Allgem. u. Altersschwäche	—	—	—	1	—	—	10	17	28
20	Sonstige Krankheiten	—	12	10	23	20	11	6	4	86
	Summe der Gestorbenen:	23	243	472	711	347	150	100	58	2099

So sehen wir denn schon auf Tabelle III, in welcher die in allen Klöstern während der letzten 25 Jahre vorgekommenen Todesfälle nach den Todesursachen summirt und nach dem Alter rubricirt sind, noch viel klarer als auf Tabelle II. das oben Gesagte veranschaulicht.

Bei den nun folgenden zwei Tabellen IV und V habe ich mich möglichst an das Schema der preussischen Statistik gehalten, denn einerseits ist dadurch eine Verwendung wesentlich erleichtert, andrerseits ist auch benannte Statistik in Anordnung und Behandlung der nächstliegenden Fragen in so erwünschter Klarheit gefasst, dass eine Abweichung davon weder geboten noch überhaupt vortheilhaft gewesen wäre. Allerdings war es nothwendig, fast sämmtliche Zahlen der allgemeinen Statistik, welche alle Altersclassen berücksichtigt und zusammenfasst, auf die den Klöstern adäquate Altersperiode von 15 bis über 80 Jahre umzurechnen, sowie aus mehreren Jahren den Durchschnitt zu nehmen,

Tabelle IV. Die Sterblichkeit für jede Todesursache berechnet auf ganzen Staate und den

Todesursachen	Von je 10000 am Anfange des Jahres Todesursachen: über 15—20 Jahre, Im ganzen Staate	über 15—20 Jahre, In den Krankenpflege-orden	über 20—25 Jahre, Im ganzen Staate	über 20—25 Jahre, In den Krankenpflege-orden	über 25—30 Jahre, Im ganzen Staate	über 25—30 Jahre, In den Krankenpflege-orden
1. Tuberculose	18·64	116·96	29·99	137·36	36·09	176·22
2. Typhus und Flecktyphus	5·68	58·48	5·95	40·33	5·28	29·14
3. Pocken	0·02	—	0·04	2·52	0·07	4·26
4. Cholera	—	—		2·52		4·26
5. Erysipel	—	—		—		1·42
6. Krebs	0·10	—	0·19	—	0·43	1·42
7. Wassersucht	1·26	—	1·35	1·26	1·84	1·42
8. Apoplexie	1·45	—	1·94		2·84	
9. Lungen- u. Brustfellentzündung	2·13	14·62	3·68	2·52	4·11	7·11
10. Herzkrankheiten	1·04	—	1·03	5·04	1·04	3·56
11. Gehirnkrankheiten	1·34	—	1·21	5·04	1·24	
12. Nierenkrankheiten	0·42	—	0·59	1·26	0·87	0·71
13. Magen- und Darmkrankheiten		—				0·71
14. Leberkrankheiten		—		1·26		0·71
15. Rheumatische Leiden		—				2·13
16. Rückenmarksleiden		—				1·42
17. Gicht		—				
18. Unterleibsleiden		14·62		5·04		2·13
19. Allgemeine und Altersschwäche		—		—		—
20. Sonstige Krankheiten	[1]	—		12·60		2·86
Summe der Gestorbenen	48·36	204·68	68·32	216·75	81·37	239·47
Gesammtsterblichkeit excl. der an Tuberculose Verstorbenen	29·72	87·72	38·33	79·39	45·28	63·25
Gesammtsterblichkeit excl. der an infectiösen Krankheiten Gestorbenen	23·97	29·24	32·16	34·02	39·50	22·75

Die Durchschnittszahlen für den ganzen Staat wurden aus den Jahrgängen 1879, 1880

[1] Die unausgefüllten Rubriken sind in der preussischen Statistik nicht eigens aufgeführt.

10000 Lebende in jeder Altersclasse. — Vergleichung zwischen dem Krankenpflegeorden.

Lebenden (der betreffenden Altersclasse) starben an nebenverzeichneten im Laufe des Jahres Personen im Alter von

über 30—40 Jahre		über 40—50 Jahre		über 50—60 Jahre		über 60 Jahre	
Im ganzen Staate	In den Krankenpflegeorden	Im ganzen Staate	In den Krankenpflegeorden	Im ganzen Staate	In den Krankenpflegeorden	Im ganzen Staate	In den Krankenpflegeorden
41·87	142·11	47·92	88·82	66·12	47·81	73·02	88·88
5·18	13·72	5·99	9·80	7·65	15·14	7·03	6·35
0·08	1·76	0·09	1·23	0·10	—	0·09	12·70
	2·11		—		—		—
	0·70		0·61		1·89		—
1·62	3·87	5·25	3·06	11·19	17·03	17·07	25·39
3·59	3·17	8·27	4·90	19·49	17·03	44·79	82·54
5·27	1·06	10·28	1·23	21·85	17·03	41·80	31·75
7·17	4·57	12·52	7·96	22·05	7·57	21·60	57·14
1·59	4·92	2·45	5·51	4·27	13·25	7·04	44·44
1·86	2·81	2·84	4·29	3·11	8·79	4·21	—
1·19	2·46	1·60	3·06	2·67	5·68	5·75	12·69
	2·11		3·06		13·25		12·69
	1·41		0·61		5·68		6·35
	0·70		0·61		—		12·69
	0·70		2·45		1·89		12·69
			0·61		1·89		
	0·70		4·29		13·25		12·69
	0·35		—		—	384·48	126·98
	6·68		7·96		11·35		38·10
106·06	194·81	143·92	150·08	238·79	193·04	556·88	584·13
64·19	52·70	96·00	61·26	172·67	145·73	483·86	495·25
57·31	30·54	84·66	46·56	153·73	111·67	459·67	480·81

und 1884 der preussischen Statistik und für über 60 Jahre von 1876 und 1884 berechnet.

um ein der 25jährigen Periode entsprechendes Mittel zu erhalten. Eigentlich wäre es erforderlich gewesen, erst mit dem 18. Lebensjahre zu beginnen, da erst um diese Zeit der Eintritt in's Kloster ermöglicht ist. Da jedoch über die einzelnen Jahrgänge getrennte Angaben in der preussischen Statistik nicht gemacht sind, musste ich es bei dem fünfjährigen Abschnitte belassen. Soweit dadurch die Resultate beeinflusst werden, komme ich gegebenen Falles darauf zurück.

Ein etwas modificirtes Bild gewinnen wir durch Tabelle IV, welche angiebt, wie viel von je 10000 Lebenden der verschiedenen Altersclassen im Laufe eines Jahres an der nebenbezeichneten Krankheit und wie viele insgesammt gestorben sind.

Da die Erkundigungen nach dem Alter der jährlich in's Kloster Eintretenden nicht von allen Seiten beantwortet waren, so konnte für diese Tabelle nur ein Theil der Berichte verwendet werden und zwar Nr. 1—8, 10—17, 20—26 und 29—32. Auch können die hier für die einzelnen Altersclassen in Rechnung gebrachten Zahlen der Lebenden eine absolute Zuverlässigkeit nicht beanspruchen, doch dürfte die Verschiebung nur eine unbedeutende sein. Da sich überdies die Beobachtung mit Rücksicht auf die 25jährige Dauer der Erhebung auf die nicht unbeträchtliche Summe von 74306 Personenjahren ausdehnt, so lässt sich den daraus folgenden Schlüssen eine Bedeutung nicht absprechen.

Während die absolute Zahl der Todesfälle auf Tabelle III die Rücksicht auf die Zahl der Lebenden, also das, was die eigentlich vermehrte oder verminderte Mortalität ausdrückt, unberührt liess, tritt dies in der vorliegenden Tabelle in den Vordergrund und werden wir leicht bei einer Zusammenstellung mit dem ganzen Staate die zwischen den beiden Bevölkerungsgruppen herrschende Differenz gewahr. Ich muss dabei jedoch bemerken, dass sich der Begriff „Tuberculose“ in Staat und Kloster auf den vorliegenden Tabellen insofern vielleicht nicht ganz deckt, als ich es für geboten erachtete, bei Eruirung des Einflusses des Tuberkelbacillus auf die Sterblichkeit in Klöstern, unter den Krankenpflegern auch die exquisit tuberculösen Knochenerkrankungen mitzuzählen, während diese in der allgemeinen Statistik möglicherweise nicht mitgezählt werden. Da jedoch deren Zahl (unter den 2099 Todesfällen nur etwa 10) eine sehr geringe ist, so wird das Gesammtresultat höchstens in den Bruchtheilen geringfügig verändert, was bei beiden relativ grossen Zahlen keine Rolle spielt.

Wenn wir hier also Staat und Kloster vergleichen, so ergiebt sich, dass die relative Sterblichkeit vom 15. bis 20. Lebensjahre, auf die gleiche Anzahl Lebender berechnet, im Kloster die im Staate um das Vierfache übertrifft, vom 20. bis 30. Jahre um das Dreifache, vom

30. bis 40. Lebensjahre beträgt sie noch das Doppelte und von da ab erst beginnt sie sich der des Staates ungefähr gleich zu halten.

Die Ursache dieser Erscheinung müssen wir lediglich in der enormen Zunahme der Tuberculose erblicken, welche zum Theil sogar in den Krankenpflegeorden neunmal mehr Opfer dahinrafft als in der übrigen Bevölkerung (statt 18·65 : 116·96). Einen geringen Antheil an den hohen Sterblichkeitsziffern hat noch der Typhus, welcher auch um das acht- bis zehnfache des normalen steigt. Ziehen wir (s. Tabelle IV unten) von der Gesammtsumme der Gestorbenen in Staat und Kloster die Tuberculösen ab, so verschwinden die grossen Differenzen, ziehen wir vollends auch noch die anderen eigens benannten Infectionskrankheiten ab, so zeigt der Rest der durch die übrigen Krankheiten erzeugten Todesfälle eine geradezu merkwürdige Uebereinstimmung bis zum 40. Lebensjahre, vom 40. bis 60. Jahre ist sogar die durch andere Krankheiten verursachte Summe der Gestorbenen im Kloster niedriger als im übrigen Staate.

Eine Erklärung dieser an sich auffallenden Verhältnisse dürfte sich unschwer ergeben, wenn wir die Art der Arbeitstheilung etwas berücksichtigen. Es ist selbstverständlich, dass diejenigen, welche in's Kloster eintreten wollen, welche ihre Prüfungszeit durchmachen, auch die schwersten und die unangenehmsten Arbeiten zu verrichten haben. Sie sollen sich ja erproben, sie sollen zeigen, ob sie auch die Schattenseiten ihres Berufes, ob sie die niedersten Arbeiten mit gleicher Lust und Liebe, mit Entsagung zu verrichten im Stande sind. Auch die jüngeren Schwestern sind in der Regel wenigstens in der gleichen Lage.

Wir wissen aber andrerseits, dass die Tuberculose in den allermeisten Fällen durch die Einathmung des Tuberkelbacillus, des getrockneten und verstäubten, bacillenhaltigen Auswurfes der Phthisiker hervorgerufen wird. Gerade diejenigen also, welche mit der Reinigung der Krankensäle, mit dem Ordnen der Betten Tuberculöser täglich zu thun haben, welche die leider heutzutage noch vielfach als Spuckreservoir benutzten Taschentücher entfernen und reinigen, gerade diese sind am meisten und öftesten in Gefahr, Bacillen einzuathmen und sich zu inficiren. Daher in den ersten Jahren auch die grösste Anzahl der Infectionen, wie wir gesehen haben, stattfindet. Mit dem zunehmenden Alter verbietet sich die schwere Arbeit immer mehr von selbst, sie wird auf jüngere, kräftigere Schultern übertragen und damit vermindert sich von selbst auch die Ansteckungsgefahr. Denn wie ich an anderer Stelle schon ausgeführt habe, nicht der Aufenthalt im Krankensaale, nicht der Athem

[1] Da die Pneumonie in der Statistik mit der Brustfellentzündung unter eine Rubrik gebracht ist, konnte sie nicht, wie es richtiger wäre, den Infectionskrankheiten beigezählt werden.

Tabelle V. Die Häufigkeit der einzelnen Todesursachen in

Todesursachen	An nebenbezeichneten Todesursachen starben von der gleichmässig in Betracht kommenden Altersperiode von							
	über 15—20 Jahre		über 20—25 Jahre		über 25—30 Jahre		über 30—40 Jahre	
	Im ganzen Staate	In den Krankenpflegeorden	Im ganzen Staate	In den Krankenpflegeorden	Im ganzen Staate	In den Krankenpflegeorden	Im ganzen Staate	In den Krankenpflegeorden
1. Tuberculose . . .	**37·86**	60·87	**43·01**	67·49	**43·56**	73·73	**39·38**	73·84
2. Typhus und Flecktyphus	**12·00**	21·74	**9·13**	16·87	**6·88**	11·44	**5·07**	6·61
3. Pocken	**0·05**	—	**0·10**	0·83	**0·09**	1·69	**0·09**	0·84
4. Cholera		—		0·82		1·27		0·99
5. Erysipelas		—		0·41		0·63		0·28
6. Krebs	**0·23**	—	**0·26**	—	**0·52**	0·42	**1·58**	1·69
7. Wassersucht . . .	**2·65**	—	**2·00**	0·41	**2·80**	0·42	**3·43**	1·55
8. Apoplexie	**2·97**	4·34	**2·79**	0·82	**3·40**	—	**4·89**	0·56
9. Lungen- und Brustfellentzündung . .	**4·42**	4·35	**5·41**	0·82	**5·23**	2·33	**6·84**	1·97
10. Herzkrankheiten .	**2·23**	4·35	**1·53**	2·88	**1·32**	1·69	**1·51**	2·53
11. Gehirnkrankheiten .	**2·85**	—	**1·78**	1·24	**1·51**	0·21	**1·73**	1·55
12. Nierenkrankheiten .	**0·91**	—	**0·85**	0·41	**1·14**	0·42	**1·11**	1·13
13. Magen- und Darmleiden		—		—		0·63		0·84
14. Leberleiden . . .		—		0·41		0·42		0·703
15. Rheumat. Leiden .		—		—		0·63		0·42
16. Rückenmarkskrankheiten		—		—		1·06		0·56
17. Gicht		—		—		—		0·14
18. Unterleibsleiden . .		4·35		1·65		0·85		0·42
19. Allgemeine u. Altersschwäche	—	—	—	—	—	—	—	0·14
20. Sonstige unbenannte Krankheiten . . .	**33·83**	—	**33·14**	4·94	**34·05**	2·15	**34·37**	3·24
	100	100	**100**	100	**100**	100	**100**	100

Diese Verhältnisszahlen für den ganzen Staat wurden aus der Preussischen Statistik sowie Nr. 13—18 sind in der Preussischen Statistik nicht specificirt und habe ich die-

jeder Altersclasse in den Krankenpflegeorden und im Staate.

je **100 Gestorbenen** jeder der folgenden Altersclassen in den Krankenpflegeorden und 15 Jahren bis über 70 Jahre im ganzen Staate.

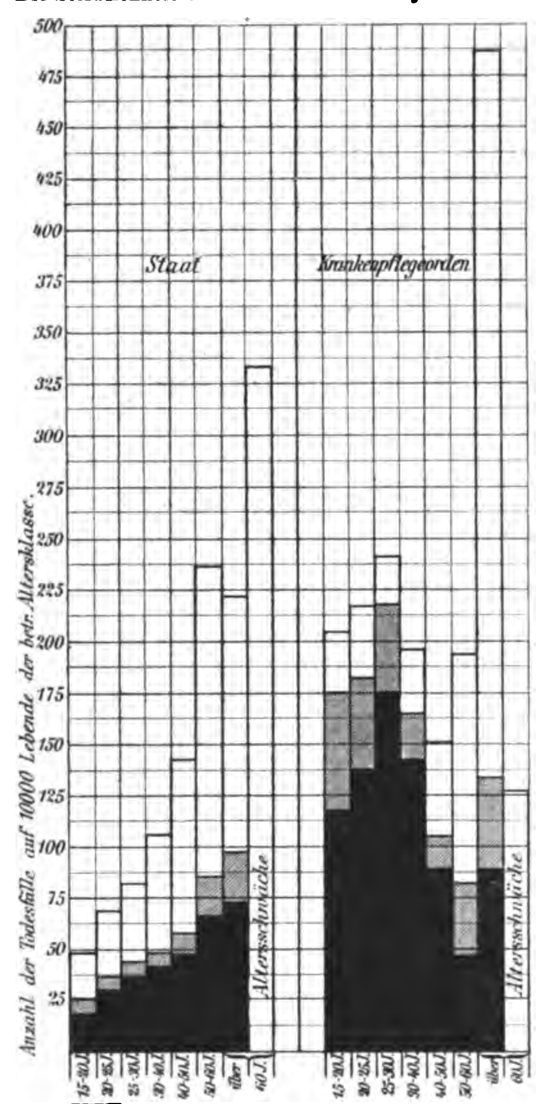
über 40—50 Jahre		über 50—60 Jahre		über 60—70 Jahre		über 70 Jahre		Summe der Gestorbenen	
Im ganzen Staate	In den Krankenpflege-orden	Im ganzen Staate	In den Krankenpflege-orden	Im ganzen Staate	In den Krankenpflege-orden	Im ganzen Staate	In den Krankenpflege-orden	Im ganzen Staate	In den Krankenpflege-orden
32·78	57·93	26·89	28·67	17·88	19·00	3·25	11·32	23·78	62·89
4·28	5·48	3·25	6·66	1·68	1·00	0·34	—	3·40	8·43
0·09	0·86	0·05	—	0·03	1·00	0·005	—		0·95
	0·29		0·66		—		—		0·81
	0·58		0·66		—		—		0·42
3·61	4·32	4·90	8·66	3·60	7·00	1·20	1·89	2·55	2·38
6·01	2·59	8·45	8·66	8·67	12·00	3·51	11·32	5·58	2·57
6·88	0·87	9·01	7·33	9·68	4·00	5·55	9·43	6·92	1·43
8·70	4·03	9·30	5·33	7·90	16·00	2·48	15·09	6·55	3·53
1·77	5·76	1·87	7·33	1·55	10·00	0·62	3·77	1·42	3·67
1·54	2·31	1·22	1·33	0·81	1·00	0·30	1·89	1·15	1·29
1·13	1·44	1·13	1·33	1·00	2·00	0·55	1·89	0·96	1·00
	1·73		6·00		3·00		—		1·29
	0·86		2·66		2·00		1·89		0·86
	0·58		—		2·00		—		0·48
	1·44		0·66		2·00		—		0·81
	0·58		0·66		—		1·89		0·24
	2·59		6·00		2·00		—		1·52
—	—		—	22·14	10·00	72·23	32·07		1·33
33·21	5·76	33·93	7·33	25·06	6·00	9·97	7·55		4·10
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

und zwar aus den Jahren 1876, 1880 und 1884 berechnet. — Die Krankheiten Nr. 4 u. Nr. 5, selben daher unter Nr. 20: sonstige, unbenannte Krankheiten, in Rechnung gebracht.

der Phthisiker ist gefährlich,[1] sondern einzig und allein sein vertrocknetes Sputum,

Schema I.

Die Sterblichkeit auf 10000 Lebende in jeder Altersel.



- Sterblichkeit an Tuberculose.
- Sterblichkeit an anderen Infectionskrankheiten
- Rest der übrigen nicht durch Infektionskrankheit verursachten Todesfälle.

das sich dem Staube des Fussbodens und des Bettes beimengt und bei der morgens stattfindenden Reinigung ganz besonders aufgewirbelt und der Einathmungsluft zugeführt wird. Wir können uns daher nicht wundern, wenn die höheren Altersclassen, obwohl sie gleichfalls noch in der Krankenpflege beschäftigt sind, nicht mehr in dem hohen Maasse inficirt werden, wie ihre jüngeren Mitschwestern oder Mitbrüder.

Schema I giebt uns dazu eine graphische Darstellung zur leichteren Uebersicht über das Verhalten der Tuberculose und der anderen Infectionskrankheiten in Kloster und Staat. Die Todesfälle sind auf je 10000 Lebende jeder Altersclasse berechnet. Sonst ist zur Erklärung des Schemas wohl nichts Weiteres beizufügen.

Tabelle V zeigt uns die Häufigkeit der einzelnen Todesursachen in jeder Altersclasse berechnet auf je 100 Gestorbene der gleichen Altersclasse. Zugleich zieht sie auch einen Vergleich mit den nämlichen Ver-

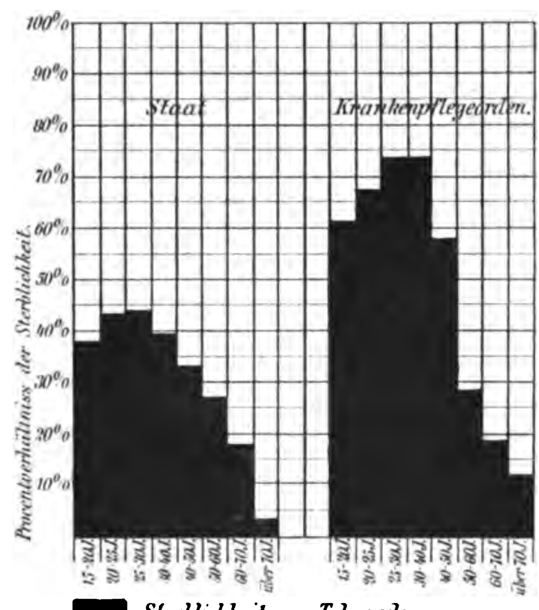
[1] Die Verbreitung d. Tuberkelbacillen ausserhalb d. Körpers. *D. Zeitschr.* Bd.V.

hältnissen in der Gesammtbevölkerung. Sie enthält nicht neue Thatsachen, sondern beleuchtet die oben bekannt gewordenen nur von einer anderen Seite.

Unter je 100 gestorbenen Krankenpflegerinnen sind 63 ein Opfer der Tuberculose gewesen, welche bis zum 50. Lebensjahre nie weniger als die Hälfte, meistens aber Drei Viertel, fast 75 Proc. der gesammten Todesursachen ausmacht. Also auch hier sehen wir wieder, dass die Jahre der intensivsten Krankenpflege von der Infection auch am allermeisten bedroht sind.

Schema II.

Die Bedeutung der Tuberculose als Todesursache in jeder Altersclasse im Procent-Verhältniss zu den übrigen Todesursachen.



■ - Sterblichkeit an Tuberculose.
□ - Sterblichkeit an anderen Krankheiten.

Sehr deutlich wird die Beziehung der Tuberculose zur Gesammtsterblichkeit (letztere auf 100 berechnet) auf der nebenstehenden Zeichnung Schema II veranschaulicht. Mit einem Blicke überschauen wir die zwischen den beiden Bevölkerungsgruppen bestehende Differenz.

Die zwei letzten Tabellen dienen besonders dazu, die Vergleichung der Zahlen unter einander und mit denen jeder anderen Bevölkerungsgruppe wesentlich zu erleichtern, da die lediglich Angabe der absoluten Zahlen zu häufigen Irrthümern und Fehlschlüssen Veranlassung giebt. — Da die Krankenschwestern nicht alle in dem nämlichen Lebensalter in das Kloster treten, sondern der Eintritt zwischen dem 18. u. 30. Jahre meist schwankt, so lassen die vorhergehenden Tabellen, ein so klares Bild sie uns auch in grossen Zügen über das Walten der Tuberculose geben, doch diese Altersdifferenz beim Eintritte und die sich daran schliessenden Folgen nothwendig unberücksichtigt. Daher hielt ich es noch für wünschenswerth, eine Tabelle VI zu fertigen, in der die Gestorbenen nach der Anzahl der Jahre, die sie in der Krankenpflege thätig waren, geordnet sind.

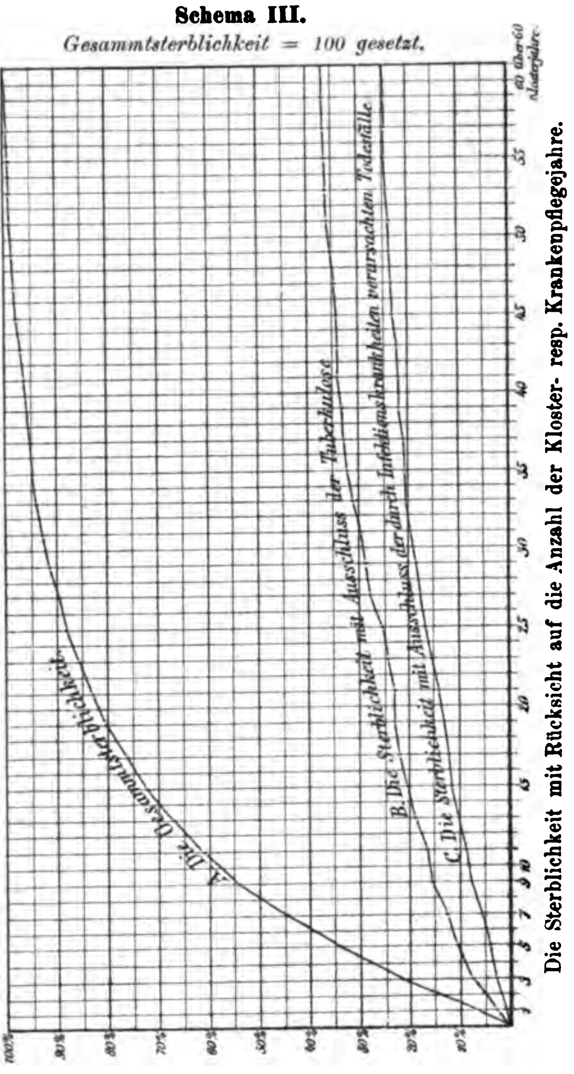
Tabelle VI. Die Beziehung der Sterblichkeit zur Zeit des Aufenthaltes im Kloster resp. der Beschäftigung in der Krankenpflege.

Anzahl der Klosterjahre	Nach nebenstehender Aufenthaltsdauer im Kloster resp. Beschäftigung in der Krankenpflege sind gestorben Personen: überhaupt gestorben	in den einzelnen Quinquennien	an Tuberculose	an anderen Infectionskrankheiten	darunter an Krebs	an sonstigen Krankheiten	also in pro mille zur Gesammtsterblichkeit gestorben überhaupt	Anzahl der Klosterjahre	Nach nebenstehender Aufenthaltsdauer im Kloster resp. Beschäftigung in der Krankenpflege sind gestorben Personen: überhaupt gestorben	in den einzelnen Quinquennien	an Tuberculose	an anderen Infectionskrankheiten	darunter an Krebs	an sonstigen Krankheiten	also in pro mille zur Gesammtsterblichkeit gestorben überhaupt
1.	2.	3.	4.	5		6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.		6.	7.
½	11		2	9		—	5·25	31	14		3	2	1	9	6·68
1	120		69	33		18	57·28	32	12		2	2	1	8	5·73
2	176	709	111	38	1	27	84·01	33	8	49	2	1		5	3·82
3	140		104	18		18	66·83	34	7		—	1	1	6	3·34
4	140		110	19	1	11	66·83	35	8		—	3	3	5	3·82
5	122		98	10	2	14	58·23	36	9		2	—		7	4·30
6	114		93	7		14	54·42	37	8		1	1		6	3·82
7	104		81	8		15	49·64	38	6	31	1	—		5	2·87
8	106	505	72	9	3	25	50·60	39	5		1	2	2	2	2·39
9	96		67	10	1	19	45·82	40	3		—	—		3	1·43
10	85		61	7	1	17	40·57	41	5		—	1	1	4	2·39
11	59		43	5	2	11	28·16	42	10		3	—		7	4·77
12	57		41	3		13	27·21	43	5	35	1	—		4	2·39
13	70	300	49	6	3	15	33·40	44	8		3	—		5	3·82
14	63		38	6	3	19	30·07	45	7		1	1		5	3·34
15	51		39	3	1	9	24·34	46	4			—		4	1·91
16	51		33	5	2	13	24·34	47	2		1	—		1	0·96
17	32		24	5	4	3	15·27	48	3	16		—		3	1·43
18	40	197	29	3	1	8	19·09	49	3			—		3	1·43
19	47		32	5		10	22·43	50	4		1	1	1	2	1·91
20	27		15	3	2	9	12·89	51	4					4	1·91
21	34		20	2	1	12	16·23	52	4					4	1·91
22	23		9	2	2	12	10·98	53	5	14				5	2·39
23	21	134	5	3	2	13	10·02	54	—					—	—
24	26		10	6	2	10	12·40	55	1					1	0·48
25	30		9	5	3	16	14·32	56	1					1	0·48
26	19		5	3	2	11	9·07	57	—					—	—
27	14		4	1		9	6·68	58	1	6				1	0·48
28	14	94	6	2		6	6·68	59	2					2	0·96
29	21		7	2	1	12	10·02	60	2		1			1	0·96
30	26		5	3		18	12·41	über 60	5	5				5	2·39

Da zeigt sich nun in Rubrik 2, dass im ersten Halbjahre die Sterblichkeit noch eine geringe ist, dann aber rapid steigt, so dass sie bereits (s. Rubrik 3) im ersten Quinquenium der Thätigkeit über ein Drittel der Gesammtsterblichkeit ausmacht. In den ersten zehn Jahren sterben fast zweimal so viel als in der ganzen übrigen Zeit. Vom Anfange des dritten Jahres an (siehe Rubrik 4) tritt die Tuberculose auf ihren Höhepunkt. Also nicht in der allerersten Zeit, etwa von aussen hereingeschleppt, vererbt und durch die schwere Arbeit zur Entwickelung gereift, erkürt sie sich die meisten Opfer, obwohl in vereinzelten Fällen und ausnahmsweise auch eine Einschleppung nicht ausgeschlossen ist, sondern sie wird in der Krankenpflege durch den Verkehr, durch den innigen und steten Verkehr mit **unreinlichen** Phthisikern acquirirt und führt dann nach kürzerem oder längerem Verlaufe zum Tode. Die ersten Jahre der Krankenpflege sind es auch, in denen die übrigen Infectionskrankheiten (s. Rubrik 5) die höchsten Zahlen aufweisen.

Schema III.

Gesammtsterblichkeit = 100 gesetzt.



In der obigen Zeichnung (Schema III) stellt die Curve *A* das Ansteigen der Gesammtsterblichkeit in den einzelnen Klosterjahren dar, die

Tabelle VII. Absterbeordnung in den Krankenpflegeorden und im Staate.

Alter	Krankenpflegeorden			Staat	Von den das vorne stehende Alter Ueberlebenden lebt jeder noch durchschnittlich ... Jahre		
	Zahl der Verstorbenen aus der nebenstehenden Altersclasse	Anzahl der Gestorbenen, welche das nebenstehende Alter zurückgelegt hatten	Durchschnittsalter der Gestorbenen, welche das nebenstehende Alter überschritten haben	Durchschnittsalter der Gestorbenen, welche das nebenstehende Alter überschritten haben	In den Krankenpflegeorden	Im ganzen Staate	d. h. er stirbt in den Krankenpflegeorden früher um ... Jahre
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
17	2	2033	36·67	58·17	19·67	41·17	21·50
18	7	2031	36·68	58·40	18·68	40·40	21·72
19	10	2024	36·74	58·64	17·74	39·64	21·90
20	16	2014	36·83	58·90	16·83	38·90	22·07
21	27	1998	36·97	59·16	15·97	38·17	22·20
22	43	1971	37·19	59·45	15·19	37·45	22·26
23	64	1928	37·52	59·76	14·52	36·76	22·24
24	63	1864	38·00	60·06	14·00	36·06	22·06
25	88	1801	38·49	60·37	13·49	35·37	21·88
26	75	1713	39·24	60·66	13·24	34·66	21·42
27	87	1638	39·79	60·97	12·79	33·97	21·18
28	99	1551	40·52	61·26	12·52	33·27	20·75
29	88	1452	41·37	61·57	12·37	32·58	20·21
30	93	1364	42·17	61·88	12·17	31·88	19·71
31	96	1271	43·06	62·19	12·06	31·19	19·13
32	74	1175	44·05	63·50	12·05	31·50	19·45
33	86	1101	44·86	62·81	11·86	29·81	17.95
34	77	1015	45·87	63·13	11·87	29·13	17·26
35	79	938	46·84	63·45	11·84	28·45	16·61
36	61	859	47·93	63·78	11·93	27·78	15·85
37	59	798	48·84	64·09	11·84	27·09	15·25
38	42	739	50·06	64·43	12·06	26·43	14·37
39	52	697	50·79	64·76	11·79	25·76	13·97
40	48	645	51·74	65·09	11·74	25·09	13·35
41	52	597	52·68	65·42	11·68	24·42	12·74
42	41	545	53·80	65·76	11·80	23·76	11·96
43	40	504	54·75	66·09	11·75	23·09	11·34
44	36	464	55·77	66·44	11·77	22·44	10·67
45	31	428	56·76	66·79	11·76	21·79	10·03
46	35	397	57·68	67·13	11·68	21·13	9·45
47	26	362	58·81	67·49	11·81	20·49	8·68
48	17	336	59·72	67·84	11·72	19·84	8·12
49	21	319	60·35	68·20	11·35	19·20	7·85
50	15	298	61·15	68·56	11·15	18·56	7·41

Das Durchschnittsalter bezw. die Lebenserwartung für den ganzen Staat 1884, entnommen und stellt einen Mittelwerth aus den

(Fortsetzung.)

Alter	Krankenpflegeorden: Zahl der Verstorbenen aus der nebenstehenden Altersclasse	Krankenpflegeorden: Anzahl der Gestorbenen, welche das nebenstehende Alter zurückgelegt hatten	Krankenpflegeorden: Durchschnittsalter der Gestorbenen, welche das nebenstehende Alter überschritten haben	Staat: Durchschnittsalter der Gestorbenen, welche das nebenstehende Alter überschritten haben	Von den das vorne stehende Alter Ueberlebenden lebt jeder noch durchschnittlich ... Jahre: In den Krankenpflegeorden	Von den das vorne stehende Alter Ueberlebenden lebt jeder noch durchschnittlich ... Jahre: Im ganzen Staate	d. h. er stirbt in den Krankenpflegeorden früher um ... Jahre
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
51	15	283	61·74	68·93	10·74	17·93	7·19
52	28	268	62·34	69·30	10·34	17·29	6·95
53	14	240	63·55	69·68	10·55	16·68	6·13
54	12	226	64·20	70·06	10·20	16·06	5·86
55	18	214	64·77	70·44	9·77	15·44	5·67
56	9	196	65·67	70·84	9·67	14·84	5·17
57	14	187	66·13	71·25	9·13	14·25	5·12
58	11	173	66·87	71·67	8·87	13·67	4·80
59	12	162	67·48	72·11	8·48	13·11	4·63
60	19	150	68·16	72·55	8·16	12·55	4·39
61	7	131	69·34	73·01	8·34	12·01	3·67
62	9	124	69·81	73·48	7·81	11·48	3·67
63	10	115	70·42	73·95	7·42	10·95	3·53
64	11	105	71·13	74·45	7·13	10·45	3·32
65	7	94	71·96	74·95	6·96	9·95	2·99
66	12	87	72·52	75·48	6·52	9·48	2·96
67	8	75	73·57	76·02	6·57	9·02	2·45
68	6	67	74·35	76·58	6·35	8·58	2·23
69	8	61	74·98	77·15	5·98	8·15	2·17
70	7	53	75·88	77·74	5·88	7·74	1·86
71	4	46	76·78	78·55	5·78	7·55	1·77
72	5	42	77·33	78·97	5·33	6·98	1·65
73	4	37	78·05	79·15	5·05	6·62	1·57
74	3	33	78·66	80·28	4·66	6·28	1·62
75	4	30	79·13	80·95	4·13	5·95	1·82
76	8	26	79·76	81·64	3·76	5·64	1·88
77	3	18	81·44	82·34	4·44	5·34	0·90
78	1	15	82·33	83·06	4·33	5·06	0·73
79	4	14	82·64	83·80	3·64	4·79	1·15
80	2	10	84·10	84·55	4·10	4·55	0·45
81			84·61	85·37	3·61	4·37	0·76
82	1	8	85·12	86·12	3·12	4·12	1·00
83			85·34	86·94	2·34	3·94	1·64
über 84	7	7	85·57	87·78	2·21	3·78	1·57

wurde aus dem Statistischen Handbuch für den preussischen Staat, Band I, Jahren 1867, 1868, 1872, 1875, 1876 und 1877 dar.

Curve *B* das Ansteigen der Sterblichkeit mit Ausschluss der durch Tuberculose, die Curve *C* mit Ausschluss der durch Infectionskrankheiten überhaupt verursachten Todesfälle. Es ergiebt sich also auch hier, dass lediglich die Infectionskrankheiten die Ursache der erhöhten Sterblichkeit sind, denn die ganze zwischen *A* und *B* bestehende Höhendifferenz wird durch diese ausgefüllt.

Nun noch einen Blick auf Tabelle VII, welche die Absterbeordnung in den Krankenpflegeorden darstellt, sowie das in jedem Lebensjahre zu erwartende Durchschnittsalter, also auch die Zeit, die ein in dem betreffenden Lebensjahre Stehender noch durchschnittlich zu leben hoffen kann.

Das Durchschnittsalter für die in einem bestimmten Lebensalter Stehenden berechnete ich nach der, wenn ich nicht irre, von Engel angegebenen Methode, indem ich die Summe der bis zum Tode durchlebten Lebensjahre all' Derer, die das betreffende Jahr lebend überschritten hatten, durch die Anzahl der Personen dividirte.

Nach all' dem Vorhergesehenen werden wir über die Unterschiede der Lebenserwartung zwischen der Bevölkerung des ganzen Staates und der Klöster nicht mehr überrascht sein. In der nachstehenden Tabelle sind bei der Berechnung die Angaben des bayerischen Klosters des richtigeren Vergleiches mit dem Staate wegen nicht mit berücksichtigt, daher die Zahlen auch um einige Zehntel von den auf Tabelle II summarisch angegebenen differiren.

Nach Tabelle VII nun stirbt ein mit 17 Jahren der Krankenpflege sich widmendes, gesundes Mädchen um $21\frac{1}{2}$ Jahre früher als die gleichaltrige übrige Bevölkerung. Eine Krankenpflegerin im 25. Lebensjahre steht mit Beziehung auf die Lebenserwartung auf der nämlichen Stufe mit den bereits 58jährigen Personen ausserhalb des Klosters, eine im 33. Jahre gleich den 62jährigen. Die Differenz der noch zu erwartenden Lebensjahre beider Bevölkerungsgruppen nimmt also Anfangs zu; sie steigt vom 17. bis 24. Lebensjahre auf 22 Jahre, welche die Krankenpfleger früher sterben, geht dann allmählich herunter und beträgt in den fünfziger Jahren nur mehr 6; im höheren Alter, wo die Abnahme der Kräfte, die zunehmende Gebrechlichkeit weit eher eigne Pflege erheischt, als sie Anderen zu bieten vermag, wo die Gefahren der Krankenpflege also von selbst aufhören, gleicht sich die Lebenserwartung beider Gruppen fast vollkommen aus.

Aus dem vorliegenden statistischen Materiale geht also die Thatsache unwiderleglich hervor, dass die Krankenpflegeorden eine ganz ungeheuer erhöhte Gesammtsterblichkeit haben, dass die Ursache dieser Vermehrung in dem geradezu die Höhe aller Todesfälle be-

stimmenden Auftreten der Tuberculose zu erblicken ist, und dass auch die anderen Infectionskrankheiten, besonders der Typhus, eine das Normale weit übersteigende Frequenz haben. Die Ursache dieser auffallenden Thatsachen können wir nur in der Beschäftigung mit der Krankenpflege, beziehungsweise, was die Tuberculose anlangt, in dem steten engen Verkehr mit Phthisikern erblicken.

Denn die Annahme, dass die sich der Krankenpflege Widmenden schon von vornherein zu zwei Drittel tuberculös sind oder den Keim dazu in sich tragen, wäre ebenso absurd, als sie auch durch das zeitliche Auftreten der Tuberculose gerade nach dem zweiten Jahre der Beschäftigung in der Pflege widerlegt wird.

Sehe ich also von der Möglichkeit eines so vollständig aus der Luft gegriffenen Einwurfes ganz ab, so würde nur noch das Klosterleben an sich einer so grossen Gefahr für die Gesundheit und das Leben beschuldigt werden können.

Auch diese Annahme entbehrt jeder thatsächlichen Grundlage. Denn alle die Momente, die wir im gewöhnlichen Leben als die Gesundheit untergrabend und vernichtend anzusehen gewohnt sind, fehlen gerade in diesen Klöstern.

All' der Kummer und Gram, der sonst an den Menschen zehrt, der nagende Wurm der Unzufriedenheit mit dem beschiedenen Schicksale, die heftigen Gemüthsbewegungen fehlen oder sind auf das geringste Maass reducirt, die Leidenschaften, die die Gesundheit unterwühlen, finden hier kein Heim, keine Nahrungs- und Existenzsorgen bedrücken die Bewohner, aber auch das Unmaass in Speise und Trank, das oft im Leben draussen die Schuld an früh beginnendem Siechthum trägt, ist hier unstatthaft; denn die sich hier zusammenfanden, von einem höheren, idealen Gesichtspunkte geleitet und von dem gemeinsamen Wunsche beseelt, auf Kosten des eigenen Wohlbehagens und sogar des eigenen Lebens ihrer Mitmenschen Elend und Wehe zu lindern, die haben mit dem Leben und seinen Genüssen abgeschlossen, innere Ruhe und Frieden, seelische Zufriedenheit haben sie erworben, ihr Leben ist genau durch ihre Pflichten geordnet, Speise und Trank darf nur in dem von der Natur erforderlichen Maasse genossen werden.

Das Fehlen zahlreicher socialer und moralischer Missstände in diesen der Krankenpflege sich widmenden Klöstern kommt übrigens auch in der vorliegenden Statistik insofern zum Ausdruck, als die Sterblichkeit an anderen ausser Infectionskrankheiten gerade zu vermindert ist.

All' diesen oben angeführten Einflüssen, die nach der allgemeinen Anschauung ein langes Leben garantiren, steht im Kloster nur ein schädliches Moment gegenüber, das gedrängte Zusammenleben, das erwiesener-

massen zwar nicht die Schwindsucht hervorruft, aber bei der gleichzeitigen Anwesenheit Schwindsüchtiger, vorzüglich wenn sie mit ihrem Auswurfe unvorsichtig sind, erheblich zur raschen Verbreitung der Tuberculose beiträgt, und es ist nicht zu bestreiten, dass dieses enge Zusammenwohnen, zumal bei der üblichen Gewohnheit, in's Taschentuch (oder gar auf den Boden) zu spucken, auch in den Klöstern das rasche Umsichgreifen der Tuberculose noch begünstigt. Der hauptsächlichste Grund für die enorm vermehrte Sterblichkeit unter den Krankenpflegern aber liegt ohne Zweifel in der Krankenpflege selbst und da wieder nicht in dem mit derselben verbundenen Uebermaass die vorhandenen Kräfte übersteigender Anstrengung. Denn, wenn diese auch ihren Antheil haben mag an dem schnelleren Verlauf der einmal acquirirten Tuberculose, an der Tuberculose selbst ist sie aber nicht Schuld, so wenig als sie im Leben ausserhalb des Klosters bei Menschen, die über das ihnen von der Natur gesteckte Maass der Kräfte arbeiten, ohne gleichzeitige Infectionsgelegenheit je diese Krankheit hervorruft. Sind die Kräfte eben erschöpft, so versagt der Organismrus seinen Dienst, aber er wird nicht tuberculös.

Also im Verkehr mit den Phthisikern, in der reichlichsten Infectionsgelegenheit, die unter derzeit gegebenen Verhältnissen damit verbunden ist, haben wir den hauptsächlichsten, den überwiegendsten Grund zu erblicken, wodurch die Gesammtmortalität und insbesondere die Phthisismortalität der in der Krankenpflege thätigen Personen die der übrigen Bevölkerung in so hohem Grade übersteigt. Und können wir darüber erstaunt sein, wenn man sich erinnert, dass bei einer schon weiter oben erwähnten (S. 73) diesbezüglichen Untersuchung unter 21 (für innere Krankheiten bestimmten) Krankensälen in 15, also in mehr als zwei Drittel, im Staube an den Wänden und Bettgestellen virulente Tuberkelbacillen gefunden wurden?

Auf den etwaigen Einwand der Ubiquität der Tuberkelbacillen und der damit überall vorhandenen Gelegenheit zur Infection brauche ich wohl hier nicht einzugehen, denn die Hypothese von der Ubiquität dürfte sich nach all' den neuen Untersuchungen hinlänglich als absolut unhaltbar erwiesen haben.

Natürlich ist nun keineswegs gesagt, dass nur die Pflege der Phthisiker diese hohe Zahl der Ansteckungen hervorrufen könne, vielmehr ist es leicht denkbar, dass z. B. in den ärmeren Classen und bei engem Zusammenwohnen ein Schwindsüchtiger binnen relativ kurzer Zeit seine ganze zahlreiche Umgebung inficiren kann, zumal daselbst auf Beseitigung des Sputums noch weniger geachtet wird als in den Krankenhäusern. Wir werden also überall da, wo reichliches vertrocknetes und ver-

stäubtes bacillenhaltiges Sputum vorhanden ist, eine vermehrte Ansteckung finden.

Es steht somit fest, dass die Krankenpflegerinnen, wie wir hier an den Krankenpflegeorden gesehen haben, bei dauernder Ausübung der Pflege zu mehr als zwei Dritttheilen ein Opfer ihrer der leidenden Menschheit geleisteten Dienste werden, und eine Statistik ihrer Sterblichkeit gestaltet sich zu einem Denksteine ihrer erhabenen Pflichttreue, ihres edlen, segensreichen und anspruchslosen Wirkens.

Wo aber drei Viertel aller Pflegerinnen tuberculös wurden, wie viel mögen da mit anderen Krankheiten zugegangene Bettnachbarn der Phthisiker inficirt worden sein?

Man kann sich am Schlusse der Erörterung die Frage nicht versagen, ob diese abnorm hohe und frühe Sterblichkeit wirklich eine unabänderliche ist, oder ob wir die Mittel besitzen, sie herabzusetzen.

Wenn ich das bei anderer Gelegenheit Ausgeführte kurz resumire, so liegen die Verhältnisse etwa derart.

Die Tuberculose wird, wie allgemein anerkannt ist, durch die Tuberkelbacillen hervorgerufen und zwar zunächst durch deren Einathmung. In die Einathmungsluft kommen die Bacillen fast nur durch das vertrocknete Sputum der Phthisiker. Das feucht gehaltene Sputum ebenso wie die Ausathmungsluft der Schwindsüchtigen ist für diesen zunächst in Betracht kommenden Infectionsmodus ungefährlich. Können wir also die Vertrocknung des Auswurfes, welches besonders beim Spucken in Taschentücher und auf den Fussboden eintritt, hindern, so hindern wir auch geradezu die Infectionsmöglichkeit. Es genügt aber nicht, dem Phthisiker ein Spuckglas hinzustellen,[1] sondern man muss durch Controle der Taschentücher auf's Strengste überwachen und durch das Wartepersonal überwachen lassen, dass diese ebenso wenig wie der Fussboden bespuckt werden. Dasselbe gilt natürlich von dem Beschmutzen der Betttücher. Zum Abwischen des Mundes benützte Taschentücher sind vorsichtig zu handhaben und sofort der Reinigung zu überweisen. Anschläge in den Krankensälen haben auf die Gefahren, welche aus Nichtbeachtung dieser Vorschriften entstehen, hinzuweisen und gegen Zuwiderhandelnde ist unnachsichtlich einzuschreiten.

[1] Dass in den Krankenhäusern trotz der vorhandenen Spuckgläser vielfach in's Taschentuch gespuckt wird, konnte ich, wie schon an anderer Stelle erwähnt, einem dies bezweifelnden Herrn erst vor Kurzem beweisen, indem ich in seinem sonst musterhaft geleiteten Krankenhause ein total vollgespucktes Taschentuch unter dem Kissen eines Phthisikers vorzog.

Auf diese Weise ist es möglich, wie eine ausgiebige Reihe diesbezüglicher Versuche ergeben hat, nicht nur Zimmer einzelner Phthisiker, sondern sogar grosse mit Phthisikern belegte Krankensäle frei von Tuberkelbacillen zu erhalten.

Die gemachten Vorschläge sind also nicht nur äusserst einfach und leicht durchführbar, sondern in ihrem praktischen Erfolge auch bereits hinlänglich gestützt und erwiesen.

Wir Aerzte dürfen uns nicht begnügen, ganz allgemein Vorsicht zu predigen, sondern müssen concrete Vorschriften geben und die Wartepersonen muss die Prophylaxis der Tuberculose ebenso gut kennen und ebenso gewissenhaft beobachten, als die Prophylaxis der Wundinfectionen. Das sind sie sich und ihren Kranken schuldig, für die sie sonst selbst zur Infectionsquelle werden können.

Ueber die Desinfection der Typhus- und Cholera-ausleerungen mit Kalk.

Von

Dr. E. Pfuhl,
Stabsarzt in Berlin.

Bei der Desinfection der Fäcalien kommt es nur darauf an, die etwa darin enthaltenen Infectionskeime zu tödten. Es kommen dabei hauptsächlich die Typhusbacillen, die Cholerabacillen und die Infectionskeime der Ruhr in Betracht. Ob die übrigen in den Stuhlgängen vorhandenen Mikroorganismen vom Desinfectionsmittel vernichtet werden oder nicht, ist gleichgültig.

Dass schon ein geringer Zusatz von Aetzkalk die Typhus- und Cholerabacillen in Bouillonculturen tödtet, ist von Liborius[1] und Kitasato[2] bewiesen.

Nach Liborius reicht ein Kalkgehalt von 0·0074 Procent aus, um Typhusbacillen in Bouillon zu tödten. Kitasato fand für diese Wirkung einen etwa 13 mal so starken Kalkgehalt erforderlich, nämlich 0·0923 bis 0·0966 Procent. Ersterer hatte freilich seine Bouilloncultur 15 fach mit destillirtem und sterilisirtem Wasser verdünnt und dann Kalkwasser zugesetzt, während Kitasato Kalkwasser hinzugefügt hatte, ohne die Bouilloncultur zu verdünnen. In der starken Verdünnung wurden die Bacillen, wie auch ein von den beiden genannten Forschern gemeinschaftlich unternommener Versuch ergab, durch den von Liborius angegebenen Kalkgehalt getödtet, in der concentrirten Bouillon dagegen nicht. Nach Kitasato ist dies Verhalten offenbar auf den stärkeren Phosphatgehalt der

---

[1] Liborius, Einige Untersuchungen über die desinficirende Wirkung des Kalkes. *Diese Zeitschrift.* Bd. II.

[2] Kitasato, Ueber das Verhalten der Typhus- und Cholerabacillen zu säure- oder alkalihaltigen Nährböden. *Diese Zeitschrift.* Bd. III.

concentrirten Bouillon und die durch diesen bewirkte Veränderung einer grösseren Kalkmenge zurückzuführen.

Zur Vernichtung der Cholerabacillen genügt nach Kitasato ein Zusatz von 0·1 Procent CaO; nach Liborius thut dies bei einer 15 fach verdünnten Bouilloncultur schon ein Kalkgehalt von 0·0246 Procent.

Der Letztere fand ferner, dass Cholera-Bouillonculturen, welche zahlreiche Eiweissgerinnsel enthielten und ihrer physikalischen Beschaffenheit nach für die Kalkwirkung ein wohl mindestens ebenso ungünstiges Terrain, wie natürliche Choleradejectionen darboten, im Laufe schon weniger Stunden durch Zusatz von 0·4 Procent reinen Aetzkalks oder von 2 Proc. einer 20 procentigen Kalkmilch dauernd und vollständig desinficirt werden.

Nach diesen günstigen Ergebnissen der Versuche von Kitasato und Liborius erschien es wünschenswerth, zu prüfen, in welcher Menge und in welcher Form der Aetzkalk am besten zu verwenden ist, wenn es sich um die Desinfection von Typhus- und Choleraausleerungen selbst handelt. Eine derartige Prüfung wurde nun von mir unternommen, und dabei versucht, den Verhältnissen, wie sie in der Wirklichkeit sich gestalten, so nahe als möglich zu kommen.

Die gebrannten Kalksteine, die hierbei zur Verwendung kamen, stammten aus einer hiesigen Kalkbrennerei. Die zu den Versuchen nöthigen Typhus- und diarrhöischen Ausleerungen erhielt ich von den inneren Stationen des hiesigen ersten Garnison-Lazareths, einmal auch aus dem Augusta-Hospital.

Zunächst wurde in fünf abgewogene Erlenmeyer'sche Kölbchen eine frische dünne Typhusausleerung hineingegossen und jedes Kölbchen dann wieder gewogen, um das Gewicht des Inhalts zu ermitteln. Nachdem dann festgestellt war, dass sich der Kalk bei Wasserzusatz gut löschte, wurde ein Stück gebrannten Kalkes in kleinere Stücke zerschlagen, um auch geringere Mengen abwiegen zu können, und davon dem Inhalt der Kölbchen im Verhältniss von 2, 3, 4, 5 und 6 Gewichtsprocenten zugesetzt. Die Kölbchen wurden wiederholt umgeschüttelt. Während jedoch der gebrannte Kalk sich vorher mit reinem Wasser unter Wärmeentwickelung pulverförmig gelöscht hatte, war dies bei den Kalkstückchen in den Typhusdejectionen nur in geringem Maasse zu bemerken. Noch lange lagen auf dem Boden des Kölbchens Kalkstückchen, die anscheinend unverändert waren. Dementsprechend war auch die desinficirende Wirkung des Kalkes auf die Typhusdejectionen nur eine langsame und schwache. Nach bestimmten Zeiträumen wurden Proben von dem Inhalt der verschiedenen Kölbchen vermittelst einer Platinöse auf Gelatineröhrchen übertragen und die letzteren nach der v. Esmarch'schen Methode ausgerollt.

Das Ergebniss ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt, in welcher die Entwickelung zahlreicher Colonieen durch + + +, die Abnahme der Zahl der Colonieen und die Verzögerung in der Entwickelung derselben durch + +, +, ± u. s. w., das Ausbleiben der Colonieen durch — bezeichnet ist.

	2 Procent	3 Procent	4 Procent	5 Procent	6 Procent
Nach 1 Stunde	+++	+++	+++	+++	±
„ 2 Stunden	+++	++	+	+	—
„ 6 „	++	—	—	—	—

Man ersieht daraus, dass sich zwar mit zerkleinertem gebrannten Kalk, wenn auch langsam, eine Abtödtung der in den Typhusausleerungen enthaltenen Keime erzielen lässt, dass dazu jedoch, wenn die Desinfection in kürzerer Zeit, z. B. in zwei Stunden, beendet sein soll, eine grössere Menge des Desinfectionsmaterials (6 Procent) erforderlich ist. Bei der Krankenwartung wird man aber die Steckbecken in der Regel nicht längere Zeit der Einwirkung des Desinfectionsmittels überlassen können. Es ist deshalb der einfach zerkleinerte gebrannte Kalk nicht zur allgemeinen Verwendung zu empfehlen. Höchstens könnte er im Nothfall gebraucht werden, wenn keine Möglichkeit vorhanden ist, den Kalk zu löschen. Sonst ist der gelöschte Kalk vorzuziehen. Derselbe hält sich auch besser als der gebrannte Kalk.[1] Es ist jedoch nicht gleichgültig, ob man den gelöschten Kalk als Pulver oder mit Wasser gemischt als Kalkmilch anwendet.

Wurde ein Stück des käuflichen gebrannten Kalkes durch Zusatz der halben Gewichtsmenge Wasser pulverförmig gelöscht, und das Kalkhydrat zunächst in Pulverform den Typhusdejectionen zugesetzt, so ballte sich das Pulver sehr leicht zusammen und liess sich trotz wiederholten Umrührens mit dem Glasstab nicht gehörig mit den Fäces vermischen. Das Ergebniss der Desinfection war deshalb sehr ungünstig.

Um nun eine innige Vermischung des Kalkes mit den Fäces zu ermöglichen, wurde ein Theil Kalkhydrat mit vier Theilen Wasser gemischt und so eine 20 procentige Kalkmilch hergestellt. Diese liess sich leicht durch Umschütteln oder Umrühren mit den Fäces vermengen.

Da es nur darauf ankam, die in den Typhusausleerungen vorhandenen Typhusbacillen zu tödten, und nicht so viel von dem Desinfectionsmittel verschwendet zu werden brauchte, um auch die übrigen harmlosen

[1] Wie ich von einem Baumeister erfahren habe, kann sich gelöschter Kalk in einer Kalkgrube mehrere Jahre im brauchbaren Zustande erhalten. Ungelöschter Kalk dagegen wird bei Luftzutritt sehr bald unbrauchbar.

Bacterien der Dejectionen, darunter viele stark widerstandsfähige Sporen, zu vernichten, so wurde der Versuch in folgender Weise abgeändert.

Eine Typhusausleerung wurde zunächst in Erlenmeyer'sche Kölbchen gefüllt und im Dampfstrom sicher sterilisirt, dann mit Typhusbacillen geimpft und bei geeigneter Temperatur 24 bis 48 Stunden lang stehen gelassen. Wurden jetzt Controlröhrchen geimpft, so zeigte es sich, dass in der Ausleerung überaus zahlreiche entwickelungsfähige Typhusbacillen, und zwar nur diese, vorhanden waren. Jetzt konnte mit aller Sicherheit die Einwirkung der Kalkmilch auf die Typhusbacillen in den Fäces verfolgt werden. Fünf Erlenmeyer'sche mit Wattepfropfen versehene Kölbchen, die in dieser Weise vorbereitet waren, wurden unmittelbar nach der Impfung der Controlröhrchen mit 20 procentiger Kalkmilch im Verhältniss von 2, 3, 4, 6 und 10 Gewichtsprocenten versetzt, wiederholt umgeschüttelt und dann bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Die Reaction war bei Zusatz von

2	Procent	Kalkmilch	deutlich alkalisch,
3	„	„	noch mehr hervortretend,
4	„	„	ziemlich stark alkalisch,
6	„	„	noch stärker hervortretend,
10	„	„	sehr stark alkalisch.

Beim Titriren der Kalkmilch mit Normalsalzsäure ergab es sich, dass 1 grm der ersteren 0·137 grm $Ca(OH)_2$ enthielt.

Um zu sehen, in welcher Zeit die verschiedenen Zusatzmengen von Kalkmilch die im Inhalt der Kölbchen vorhandenen Typhusbacillen zu tödten vermöchten, wurden Proben von allen fünf Kölbchen in bestimmten Zeiträumen, nämlich nach 1 Stunde, 2, 4, 6 und 24 Stunden, sowie nach 7 Tagen, auf Gelatine-Röhrchen übergeimpft, und die letzteren nach v. Esmarch'scher Methode ausgerollt. Sämmtliche Röhrchen blieben steril. Mithin hatte bereits der Zusatz von zwei Procent Kalkmilch [= 0·274 Proc. $Ca(OH)_2$] in einer Stunde sämmtliche im Stuhl enthaltenen Typhusbacillen getödtet.

Ein fernerer Versuch mit Zusatz von 2 und 4 Procent Kalkmilch führte zu demselben Ergebniss.

Wie schon aus der Arbeit von Kitasato hervorgeht, wirkt Aetzkalk auf Cholerabacillen in Bouillon und Nährgelatine fast ebenso energisch wie auf Typhusbacillen. Es fragte sich nun, ob sich die Kalkmilch den im Stuhl enthaltenen Cholerabacillen gegenüber ebenso wirksam zeigen würde wie bei den Typhusbacillen. Es wurde deshalb eine diarrhöische Ausleerung in ein Erlenmeyer'sches Kölbchen gefüllt und im Dampfstrom sterilisirt. Dann wurde sie mit Cholerabacillen von einer frischen Agarcultur geimpft

und 24 Stunden später, nachdem noch von ihr aus ein Controlröhrchen geimpft war, mit 2 Procent Kalkmilch versetzt, mehrmals umgeschüttelt und bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Nach 1, 2, 4, 6 und 24 Stunden fanden Ueberimpfungen auf Gelatineröhrchen statt. Sämmtliche Röhrchen blieben steril, während die Controlimpfung sehr zahlreiche Choleracolonieen hervorgerufen hatte.

Aus den mitgetheilten Versuchen kann man den Schluss ziehen, dass Typhus- und Cholera-Ausleerungen durch den Zusatz von 2 Gewichtsprocenten einer 20procentigen Kalkmilch in kurzer Zeit, spätestens in einer Stunde, desinficirt werden. Sehr wahrscheinlich ist es, dass die noch unbekannten Ruhrkeime durch den gleichen Zusatz von Kalk zu den Ruhrdejectionen abgetödtet werden.

Um diese Desinfectionsmethode praktisch verwerthbar zu machen, namentlich um das Abmessen der Kalkmilch zu erleichtern, erschien es angezeigt, ausser den Gewichtsprocenten auch die zur Desinfection nöthigen Volumprocente zu bestimmen.

Da das specifische Gewicht der Kalkmilch 1·152 betrug, so war es vorauszusehen, dass die Zahl der Volumprocente von der der Gewichtsprocente nicht sehr abweichen würde.

Dies ergab sich auch bei dem entsprechenden Versuch, bei welchem vier Erlenmeyer'sche Kölbchen mit 20 oder 40 ^{ccm} einer in der beschriebenen Weise vorbereiteten, neutral reagirenden Typhusausleerung mit verschiedenen Volumprocenten, $^1/_2$, 1, 2 und 3 Procent, Kalkmilch beschickt wurden, nachdem unmittelbar vorher mit dem Inhalt jedes Kölbchens Controlröhrchen geimpft waren. In sämmtlichen Controlröhrchen entwickelten sich äusserst zahlreiche Typhuscolonieen, und zwar nur diese allein. Wurden Proben des mit Kalkmilch versetzten Inhalts der Kölbchen in bestimmten Zeiträumen auf Röhrchen mit Nährgelatine übergeimpft, so zeigte sich folgendes Ergebniss:

Bei Zusatz von Kalkmilch	nach 1 Stunde	nach 2 Stunden	nach 5 Stunden	nach 24 Stunden	nach 5 Tagen
$^1/_2$ Procent	sehr zahlreiche Colonieen	sehr zahlreiche Colonieen	sehr zahlreiche Colonieen	sehr zahlreiche Colonieen	sehr zahlreiche Colonieen
1 „	zahlreiche Colonieen	zahlreiche Colonieen	Verringerung der Zahl und Verminderung des Wachsthums	keine Entwickelung	keine Entwickelung
2 „	keine Entw.	keine Entw.	keine Entw.	keine Entw.	keine Entw.
3 „	keine Entw.	keine Entw.	keine Entw.	keine Entw.	keine Entw.

Danach erscheint es am zweckmässigsten, 2 Volumprocente (= 2.3 Gewichtsprocente) in der Praxis zu verwenden, um nicht bloss sicher, sondern auch in kürzerer Zeit eine Desinfection zu erzielen.

Die Kenntniss der Volumprocente, die zur Desinfection nothwendig sind, erleichtert nun die Ausführung der letzteren ganz erheblich. Die Krankenwärter würden nach gehöriger Anweisung bald im Stande sein, schon nach dem Augenmaass zu beurtheilen, welche Menge von Kalkmilch sie einer gegebenen Menge von Typhus- oder Cholera-Ausleerungen, z. B. im Steckbecken, beimischen müssen.

Der Zusatz von 2 Volumprocenten ist selbstverständlich nur dann ausreichend, wenn 1) die Kalkmich aus Kalk von guter Qualität bereitet ist, frisch zur Anwendung kommt oder wenigstens nur einige Tage in einer gut verkorkten Flasche aufbewahrt worden ist, und 2) die Ausleerungen, wie es ja bei Typhus und Cholera die Regel ist, von diarrhoischer Beschaffenheit sind.

Es kann nun aber vorkommen, dass nur Kalk von schlechter Beschaffenheit zur Verfügung steht, z. B. ein solcher, der mit mineralischen Beimengungen stark verunreinigt oder durch längeres Lagern bei ungenügendem Luftabschluss zum Theil in kohlensauren Kalk verwandelt ist. Ferner können die Typhus- und Cholera-Ausleerungen bereits mit anderen Excrementen von festerer Consistenz vermengt sein, wie z. B. in Latrinen. Dann ist es fraglich, ob 2 Volumprocente Kalkmilch zur Desinfection ausreichen.

Doch lässt es sich glücklicherweise auch unter solchen Verhältnissen leicht controliren, ob der Zusatz von Kalk ausreichend ist oder nicht. Wie bereits auf S. 106 erwähnt, zeigte es sich bei der Ermittelung der zur Desinfection nöthigen Gewichtsprocente, dass die Reaction des Gemisches deutlich alkalisch wurde, wenn der Kalkzusatz die genügende Stärke erreicht hatte. Bei der Ermittelung der Volumprocente ergab sich, wie zu erwarten war, das gleiche Resultat: Als nämlich kurze Zeit nach dem Zusatz der Kalkmilch, während sich schon in den diarrhöischen Dejectionen Niederschläge bildeten, rothes Lackmuspapier mit Proben des Inhalts der verschiedenen Kölbchen befeuchtet wurde, so zeigte sich dieses bei Zusatz von

1/2	Procent	Kalkmilch	nicht erkennbar gebläut,
1	„	„	sehr schwach gebläut,
2	„	„	deutlich blau,
3	„	„	ziemlich stark blau.

Aus den mitgetheilten Prüfungen der Reaction ist ersichtlich, dass der Kalkzusatz dann schon genügt, wenn die Fäcalmassen eine recht

deutliche alkalische Reaction bekommen. Bei der Controle ist es also nur nöthig, vermittelst eines reinen Stäbchens, Glasstabs oder Holzsplitters etwas von dem Gemisch mit einem Streifen rothen Lackmuspapiers in Berührung zu bringen. Wenn das Papier an der benetzten Stelle deutlich oder noch besser stark blau wird, genügt der Kalkzusatz zur Desinfection vollständig.

Um mich von der Richtigkeit dieser Art der Controle zu überzeugen, liess ich zu drei Erlenmeyer'schen Kölbchen, die 1 bis 2 cm hoch mit einer in der beschriebenen Weise präparirten Typhusausleerung gefüllt waren, so lange aus freier Hand Kalkmilch zusetzen, bis nach mehrfachem Umschütteln bei der Prüfung mit rothem Lakmuspapier der Inhalt

des ersten Kölbchens sehr schwach alkalisch,
der des zweiten Kölbchens schwach alkalisch und
der des dritten ziemlich stark alkalisch reagirte.

Wurden dann nach 1, 2, 5 und 24 Stunden Proben des Inhalts dieser drei Kölbchen auf Reagens-Röhrchen mit Nährgelatine übertragen, so zeigte es sich, dass die Typhusbacillen im ersten Kölbchen erst nach 24stündiger Einwirkung der Kalkmilch, die des zweiten Kölbchens nach 5 Stunden und die des dritten Kölbchens, dessen Inhalt eine ziemlich stark alkalische Reaction aufgewiesen hatte, schon nach 1 Stunde abgetödtet waren. Ebenso zeigte ein präparirter Cholerastuhl, der so lange mit Kalkmilch versetzt war, bis rothes Lackmuspapier bei der Benetzung mit dem Gemisch ziemlich stark blau wurde, nach einstündiger Einwirkung keine entwickelungsfähigen Cholerabacillen mehr. Bei beiden Versuchen entwickelten sich in den unmittelbar vor dem Kalkzusatz geimpften Controlröhrchen sehr zahlreiche Typhus- bezw. Choleracolonieen.

Aus diesen, ohne Abmessung und ohne Abwägung vorgenommenen Desinfectionsversuchen geht hervor, dass es genügt, so lange Kalkmilch zuzusetzen, bis nach sorgfältigem Mischen jede Probe der Ausleerung eine starke Bläuung von rothem Lackmuspapier hervorruft, also eine ausgesprochene alkalische Reaction zeigt.

Erwähnen will ich noch, dass eine Probe des Berliner Canalwassers, welche ich von der Pumpstation des Radialsystems IV bezogen und in der angegebenen Weise mit Typhusbacillen inficirt hatte, schon durch den Zusatz von 1 Procent Kalkmilch binnen einer Stunde desinficirt wurde. Der Zusatz von 1 Procent Kalkmilch hatte das Canalwasser ausserdem noch in der vortrefflichsten Weise geklärt. Die Reaction war deutlich alkalisch.

Die Beschaffung des Kalks und die Bereitung der Kalkmilch bieten keine Schwierigkeiten.

Es eignet sich ja zur Desinfection schon sehr gut der in den Kalkbrennereien und Baumaterialienhandlungen käufliche gebrannte Kalk, von dem der Hektoliter 1·75 Mark, der Centner 1·1 bis 1·2 Mark kostet. Solcher Kalk würde auch für eine Armee in Feindesland nicht schwer zu beschaffen sein und könnte eventuell in Tonnen nach dem Kriegsschauplatz geschickt werden. Das Löschen des Kalks lässt sich in jedem beliebigen Gefäss, z. B. in einer irdenen Schüssel, in einem hölzernen Behälter, im Nothfall in einer Erdgrube vornehmen. Zum Löschen ist die halbe Gewichtsmenge Wassers nothwendig oder, wenn ein Abwägen nicht möglich ist, so viel Wasser, als die Kalksteine aufsaugen. Da 100 ^{grm} frisch gebrannten Kalks nach dem Löschen mit 50 ^{grm} Wasser den Raum von 220 ^{ccm} einnehmen, so genügt es zur Herstellung einer etwa 20 procentigen Kalkmilch, den pulverförmig gelöschten Kalk mit der nahezu doppelten Menge Wassers zu versetzen. Unmittelbar vor der Anwendung muss die Kalkmilch tüchtig umgeschüttelt oder umgerührt worden. Auch ist es nothwendig, dass die zugesetzte Kalkmilch mit den Fäcalien gehörig vermischt wird.

Wenn auch Kalkmilch mit abweichendem Kalkgehalt verwandt werden muss, so giebt doch die Controle mit rothem Lackmuspapier sehr leicht Aufschluss darüber, ob die Desinfection gelungen ist oder nicht.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Ueber den Rauschbrandbacillus und sein Culturverfahren.

Von

Dr. med. **S. Kitasato**
aus Tokio

Schon im Jahre 1876 hat Feser[1] als der Erste Beobachtungen über den Rauschbrand veröffentlicht; dann kamen andere Forscher, wie Bollinger[2] im Jahre 1878 und Arloing, Cornevin, Thomas[3] im Jahre 1879. Die drei letztgenannten französischen Autoren haben über die Seuche eine ausführliche Arbeit publicirt. Alle haben übereinstimmend einen kolbenförmigen, im Körper rauschbrandkranker Thiere aufgefundenen Bacillus als Erreger der Krankheit betrachtet. Ueber die Geschichte und Pathologie des Rauschbrandes hat ferner Kitt[4] jüngst im Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde des eingehenden berichtet.

Die drei oben genannten französischen Forscher wollen den Rauschbrandbacillus ausserhalb des thierischen Körpers auf künstlichen Nährböden gezüchtet haben; sie haben, wie sie angeben, durch Einleitung von Kohlensäure in Blut und Muskelsaft oder noch besser in Hühnerbouillon, welche mit etwas Glycerin und Eisenvitriol, oder in Rindsbouillon, welche mit Milchsäure versetzt war, die Bacillen eine Reihe von Generationen hindurch zu züchten vermocht.

---

[1] Feser, Studium über den sog. Rauschbrand des Rindes. *Zeitschrift f. prakt. Veterinärwissenschaft.* Bern 1876.

[2] Bollinger, *Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin.* 1878. Bd. I. S. 297.

[3] Arloing, Cornevin und Thomas, *Le charbon symptomatique du boeuf.* Paris 1879.

[4] Kitt, Der Rauschbrand. *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde.* 1887. Bd. I. Nr. 23—25.

Wilhelm Koch[1] will die Rauschbrandbacillen ohne jede Schwierigkeit in Gelatine und auf Kartoffeln bei Zimmertemperatur gezüchtet haben; seine Bacillen verflüssigten die Gelatine unter Gasentwickelung und bildeten auf beiden Nährsubstraten schliesslich eine zierlich gefaltete, reticulirte, derbe, grauweisse Membran. Zu so langen Fäden, wie man sie am Milzbrandbacillus auf Kartoffeln und Blutserum beobachtet, wuchs sein Rauschbrandbacillus niemals aus.

Ferner will Ehlers[2] den Rauschbrandbacillus auf Blutserum bei Zimmer- und Brüttemperatur cultivirt haben.

Alle die hier angeführten Mittheilungen über die Reincultur des Rauschbrandbacillus auf künstlichen Nährsubstanzen nun mussten bei mir insofern auf einen gewissen Zweifel stossen, als ich diese Methoden genau ebenso, wie sie beschrieben sind, mehrmals wiederholte, ohne jedoch ein positives Resultat zu erhalten.

Wenn es so leicht wäre, wie W. Koch und Ehlers behaupten, den Rauschbrandbacillus ausserhalb des Thierkörpers rein zu züchten, so wären hre Angaben gewiss schon längst bestätigt worden. Richtig ist aber einmal, wie die französischen Forscher angeben, dass der Rauschbrandbacillus zu den Anaëroben gehört, und Anaëroben rein zu isoliren, ist eine recht schwierige Arbeit. Ob dies den genannten französischen Beobachtern gelungen, musste mir aus dem oben erwähnten Grunde auch noch fraglich erscheinen; ich habe mich deshalb eingehend mit der Reincultur der Rauschbrandbacillen beschäftigt und berichte im Nachstehenden über meine Versuche.

Das Verhalten des Rauschbrandes bei Meerschweinchen.

Impfte ich mit ausgetrockneten Rauschbrand-Fleischstücken, welche vom Rinde stammten, Meerschweinchen subcutan, so starben sie fast alle nach 1 bis 2 Tagen an Rauschbrand, d. h. ich fand im Unterhautbindegewebe eine Anhäufung von Gas, Muskeln und Bindegewebe durchtränkt mit reichlicher blutig-seröser Flüssigkeit, die Muskeln ferner schwärzlich verfärbt, die Lymphdrüsen stark hyperämisch. Alle diese Erscheinungen treten besonders stark in der Umgebung der Impfstelle hervor. An den inneren Organen sind keine charakteristischen und constanten Veränderungen bemerkbar. In der blutig-serösen Flüssigkeit und in den Muskeln finden sich stets reichliche Mengen von Bacillen, und zwar verschiedene Arten, worunter jedoch eine am reichlichsten vertreten ist; diese Bacterien

---

[1] W. Koch, Milzbrand und Rauschbrand. *Deutsche Chirurgie.* 1886. Lfg. 9.

[2] Ehlers, Untersuchungen über den Rauschbrandpilz. *Rundschau auf dem Gebiete der Thiermedicin.* 1886. Jahrg. II. Nr. 45.

sind kurze Stäbchen mit Eigenbewegung, oft an einem Ende oder in der Mitte mit einer Anschwellung versehen; sie sind schmäler als die des malignen Oedems und bilden im Thierkörper nie so lange Fäden wie die letzteren, sondern bleiben immer einzeln, höchstens dass zwei mit einander vereinigt sind. Es sind das diejenigen Bacillen, welche die oben genannten Forscher als Erreger des Rauschbrandes beschrieben haben.

Um dieselben nun zu züchten, habe ich zuerst von der blutig-serösen Flüssigkeit eines an Rauschbrand gestorbenen Meerschweinchens eine Platinöse voll theils in frische, alkalische Nährgelatine gebracht, nach dem üblichen Verfahren auf Platten gegossen und bei Zimmertemperatur aufgestellt, theils in verflüssigtes Agar-Agar gemischt und ebenso auf Platten gegossen, theils auf erstarrtem Blutserum ausgebreitet; die beiden letzten Nährböden habe ich dann im Brütofen bei 36° aufgestellt. Es wuchsen auf den sämmtlichen Nährböden verschiedene Arten von Bacterien. Diese Versuche habe ich mehrmals wiederholt. Mit sämmtlichen zur Entwickelung gekommenen Bacterienarten, und zwar mit Reinculturen derselben, habe ich Thierversuche angestellt, aber jedesmal negative Resultate gehabt. Dann habe ich die Nährböden etwas modificirt und zwar Glycerin, Traubenzucker u. s. w. hinzugesetzt, ohne aber das erwünschte Ziel zu erreichen. Ich musste daher zu anderen Methoden übergehen und habe nun die Verfahren der Cultur anaërober Bacterien in Anwendung gebracht.

Ich habe die oben erwähnten Nährböden mit dem Impfmaterial gemischt, sie in Liborius'sche Durchleitungsröhrchen gebracht und nach bekannter Weise theils Wasserstoff, theils Kohlensäure hineingeleitet. Bei diesen Versuchen habe ich ebenso wie vorher negative Resultate gehabt. Ferner habe ich nach Arloing, Cornevin und Thomas in Hühnerbouillon mit Glycerin und Eisenvitriol, und in Rindsbouillon mit Milchsäure die blutig-seröse Flüssigkeit des Rauschbrandthieres verimpft und theils Kohlensäure (nach den Angaben der französischen Forscher), theils Wasserstoff zugeleitet. Trotz mehrmals wiederholter Versuche aber hatte ich auch jetzt keinen Erfolg zu verzeichnen und habe deshalb die Versuche auch einige Zeit lang unterbrochen.

Endlich führte mich aber eine weitere Erwägung zum Ziele. Ich argumentirte so: Da die Rauschbrandbacillen im Thierkörper wachsen, so können sie vielleicht in Brühe, welche aus dem Fleisch der empfänglichsten Thierspecies bereitet ist, gedeihen; von solchen Thieren konnte ich Meerschweinchen am leichtesten bekommen. Ich tödtete daher ein Meerschweinchen, entfernte Haut und Eingeweide und schnitt die übrig gebliebenen Muskeln und Knochen zusammen möglichst klein; dieses Gemisch wurde gewogen, in einen Glaskolben gethan, die doppelte Menge

Wasser zugesetzt, und endlich eine Stunde lang im Wasserbad auf 35 bis 40° C. erwärmt, um das darin enthaltene lösliche Eiweiss aufzulösen. Es wurde dann im Dampfapparate $1^1/_2$ Stunden lang gekocht und wie gewöhnlich durch Fliesspapier filtrirt; die gewonnene wasserklare Brühe wird dann in sterilisirte Reagensgläser eingefüllt und nochmals eine Stunde lang im Dampfapparate sterilisirt. In diese Bouillon habe ich nun eine Platinöse voll von der blutig-serösen Flüssigkeit des Rauschbrandthieres unter allen Cautelen hineingebracht, sie in Liborius'sche Röhrchen eingegossen, Wasserstoff durchgeleitet und bei 36° C. aufgestellt. Am nächsten Tage (also nach 24 Stunden) wurde die Cultur trübe, es bildeten sich darin kleine weissliche Flöckchen, welche allmählich nach unten sanken und nach $1^1/_2$ Tagen am Boden des Röhrchens einen weisslichen Bodensatz bildeten, während die Culturflüssigkeit selbst wieder ganz klar wurde. Das Culturgefäss habe ich dann geöffnet, mikroskopisch untersucht und festgestellt, dass sich allein kolbenförmige Bacillen vorfanden; ich habe die Cultur dann auf's Neue unter Wasserstoffzuleitung in Meerschweinchenbouillon gezüchtet, wobei die Stäbchen wiederum ganz ebenso wie vorher wuchsen. Von dieser zweiten Generation habe ich drei Meerschweinchen je 0·5 ^{ccm} mittelst Spritze subcutan eingeimpft; sie sind alle nach 30 bis 40 Stunden an Rauschbrand gestorben unter denselben pathologischen Erscheinungen, wie ich sie oben geschildert habe, und die Bacillen waren massenhaft in der blutig-serösen Flüssigkeit vorhanden. Diese bacillenhaltige seröse Flüssigkeit habe ich dann in gleicher Weise wieder in Bouillon gezüchtet und abermals die Bacillen erhalten. So züchtete ich mehrere Generationen weiter fort, um mit jeder Generation einige Meerschweinchen zu impfen, welche jedesmal an Rauschbrand starben.

Verhalten der Culturen.

Wie erwähnt, wachsen die Rauschbrandbacillen in Meerschweinchenbouillon unter Wasserstoffzuleitung (nicht aber unter Kohlensäure), besonders günstig im Brütofen bei 35—38° C. nach 24 bis 48 Stunden. Zuerst trüben sie die ganze Flüssigkeit, dann bilden sich einzelne Flöckchen, welche in allen Schichten der Bouillon schwimmen. Dabei entwickeln sich Gase, die besonders am oberen Rande der Cultur als Schaum wahrzunehmen sind. Die Flöckchen sinken nach einigen Stunden allmählich nach unten und bilden schliesslich am Boden der Cultur einen weisslichen Bodensatz, die ganze Flüssigkeit wird dann wieder klar. Wenn man die Cultur leicht schüttelt; so geht der Bodensatz als dicke Wolke nach oben empor und vertheilt sich ganz gleichmässig durch die Brühe, diese trübend, so dass kein Bodensatz mehr unten bleibt. Wenn man die Cultur auf-

macht, so riecht sie eigenthümlich säuerlich, der Geruch erinnert an denjenigen ranziger Butter.

Die Bacillen wachsen zwar am besten bei Brüttemperatur, sie können aber auch bei Zimmertemperatur von 22 bis 25° C. gedeihen, jedoch erst 5 bis 8 Tage, nachdem sie ausgesäet sind. Unter 20° C. kommt kein Wachsthum mehr vor. Wenn die Cultur aber, welche 3 bis 5 Tage lang bei Zimmertemperatur von 16 bis 20° C. gestanden hat und noch nicht gewachsen ist, in den Brütofen gestellt wird, so fängt sie nach 24 Stunden an zu wachsen.

Die Rauschbrandbacillen gedeihen auch in frischer Rindfleischbrühe, die aus Fleisch, welches erst kurze Zeit gestanden hat, nachdem das Thier geschlachtet worden ist, bereitet ist; denn frisches Fleisch reagirt nur schwach sauer, während altes geschabtes Fleisch immer stark sauer reagirt, und kein Wachsthum der Rauschbrandbacillen mehr zulässt.

In frischer Kaninchen-, Kalb-, Hühner-Bouillon wachsen die Bacillen auch, aber viel spärlicher als in Meerschweinchenbouillon.

Wenn ich diese Nährflüssigkeiten, welche mehr oder weniger sauer reagiren, mit Natronlösung entweder ganz neutral oder schwach alkalisch machte, so wuchsen die Rauschbrandbacillen darin nicht mehr. Das beweist, dass die Nährsubstrate für den Rauschbrandbacillus immer etwas sauer reagiren sollen; wenn die Reaction aber stark sauer wird, wie es bei gewöhnlichem käuflichen Schabefleisch der Fall ist, so gedeiht der Rauschbrandbacillus nicht mehr.

Setze ich zu Meerschweinchen- oder Rindsbrühe 1 Procent Pepton und 0·5 Procent Kochsalz oder 5 bis 6 Procent Glycerin oder 1 bis 2 Procent Traubenzucker oder alle diese Stoffe zusammen zu, so wachsen die Rauschbrandbacillen auch; aber besonders vortheilhaft scheinen mir diese Zusätze nicht zu sein.

Wenn Meerschweinchen- oder Rindsbrühe über einen Monat lang gestanden hat, nachdem sie bereitet worden ist, so wachsen die Rauschbrandbacillen darin entweder sehr spärlich oder gar nicht, obgleich sie sich in derselben Brühe, als sie frisch war, sehr gut entwickelten. Die mit Lackmuspapier untersuchte Reaction der alt gewordenen Brühe ist dabei ganz dieselbe wie die der frischen, d. h. die Bouillon reagirt immer noch ganz schwach sauer. Nähere Versuche hierüber werde ich später ausführlich mittheilen.

Culturversuche auf erstarrtem oder in flüssigem Blutserum und auf Kartoffeln unter Wasserstoff ergaben stets ein negatives Resultat.

Auf festen Nährböden, so auf Gelatine und Agar-Agar konnte ich den Bacillus überhaupt nicht rein cultiviren. Ich habe zu Meerschweinchenbrühe theils 1 bis 1·5 Procent Agar-Agar, theils 5 bis

10 Procent Gelatine zugesetzt und habe diese Nährböden entweder unmittelbar so gebraucht, oder auch nachdem ich so viel Natron zugesetzt hatte, dass sie ebenso schwach sauer reagirten, wie frische Meerschweinchenbrühe. Ausserdem habe ich Pepton, Glycerin, Traubenzucker zugethan, ohne aber ein positives Resultat zu erhalten. Bemerken will ich hier, dass die Rauschbrandbacillen im AgarAgar bei Brüttemperatur etwas gediehen, wenn ich ein Stück Fleisch von einem frisch gestorbenen Rauschbrandthiere hineinbrachte und Wasserstoff zuleitete; wenn ich aber von dieser Cultur wieder auf's Neue weiter züchtete, so wuchsen sie nicht mehr.

W i r m ü s s e n u n s d a h e r v o r l ä u f i g m i t d e r Z ü c h t u n g i n f l ü s s i g e n N ä h r s u b s t r a t e n b e g n ü g e n, denn man kann auch hierbei den Bacillus isoliren, wenn man vorsichtig zu Werke geht.

Mit dem Rauschbrandbacillus kommen gewöhnlich in der Cultur zwei Arten von Bacillen zusammen vor. Der eine Bacillus ist ein ziemlich grosses Stäbchen mit abgerundeten Enden, der andere ist ein ganz kurzes Stäbchen und bildet sehr lange Ketten; der letztere ist so kurz, dass man ihn mit einem Micrococcus verwechseln könnte. Die beiden Bacillen sind facultativ anaërobe Arten; um diese fremden Bacillen vom Rauschbrandbacillus zu isoliren, muss man weitgehende Verdünnungen machen. Gewisse Erfahrungen erleichtern die Cultur.

Wenn der Rauschbrandbacillus rein gewachsen ist, so sieht die Cultur, wie ich sie oben beschrieben habe, aus. Wenn sie dagegen verunreinigt ist, so bleibt die Culturflüssigkeit entweder immer trübe, oder sie bildet einen Niederschlag, welcher aber bei starkem Schütteln sich nicht gleichmässig vertheilt, ferner hat die Cultur dann einen Fäulnissgeruch. Wenn man eine Reincultur von Rauschbrandbacillen mit Gelatine mischt und auf Platten giesst, so bleiben diese ganz steril, während aus verunreinigten Culturen immer viele Bacteriencolonieen entstehen.

D e r R a u s c h b r a n d b a c i l l u s w ä c h s t n i e m a l s b e i G e g e n w a r t v o n L u f t, e r i s t a l s o e i n e x q u i s i t e s A n a ë r o b i u m. E r g e d e i h t n u r u n t e r W a s s e r s t o f f, n i c h t a b e r n a c h m e i n e n E r f a h r u n g e n u n d V e r s u c h e n u n t e r K o h l e n s ä u r e.[1]

Die Rauschbrandcultur verliert sehr schnell ihre Virulenz. Man muss sie deshalb mindestens wöchentlich einmal in frische Brühe übertragen.

Ich möchte hier auf den Unterschied zwischen Rauschbrandbacillen und den Bacillen des malignen Oedems in Bezug auf ihre Culturen in Meerschweinchenbrühe hinweisen. Die Bacillen des malignen Oedems wachsen auch in Meerschweinchenbouillon unter Wasserstoffzuleitung, sie trüben aber anfangs die ganze Flüssigkeit diffus, ohne die Flöckchen

---

[1] Vgl. auch C. F r ä n k e l, *diese Zeitschrift.* Bd. V. Hft. 2.

zu bilden; die Flüssigkeit bleibt 2 bis 3 Tage lang trübe, erst dann sinken die Bacillen allmählich nach unten und bilden schliesslich einen weisslichen Bodensatz (welcher aber erst bei stärkerem Schütteln emporsteigt), während die Culturflüssigkeit selbst dann ganz klar wird. Mit Sicherheit gelingt die Cultur der Bacillen des malignen Oedems jedesmal, wenn ich die Milz eines an Oedem gestorbenen Thieres unmittelbar nach dem Tode unter allen Cautelen in Meerschweinchenbouillon bringe und nun unter Wasserstoff die Cultur sich im Brütschrank entwickeln lasse. Wenn man die Cultur aufmacht, so riecht sie nicht nach ranziger Butter, sondern entwickelt einen ganz penetranten Gestank. Wenn ich von der Cultur 0·1 bis 0.5 ^{ccm} mittelst Spritze auf Mäuse oder Meerschweinchen subcutan impfe, so sterben die Thiere ausnahmslos in 8 bis 15 Stunden, und man findet das Unterhautzellgewebe und die oberflächliche Musculatur ödematös mit Gasbildung; die Bacillen sind sowohl in der Oedemflüssigkeit wie auch im Blut, in der Milz, Leber u. s. w. massenhaft vorhanden und bilden hier lange Fäden. Die Bouilloncultur der Bacillen des malignen Oedems ist mehrere Monate lang virulent.

Bemerkungen zur Züchtung des Rauschbrandbacillus.

Zur Züchtung des Rauschbrandbacillus benutzte ich gewöhnlich die Liborius'sche Methode.[1] Ich impfe zuerst von der unter allen Cautelen entnommenen blutig-serösen Flüssigkeit eine Platinöse voll in ein gewöhnliches Reagensglas, worin die sterile Meerschweinchenbouillon enthalten ist, und mische möglichst gleichmässig; dann bringe ich von diesem Originalglas wieder eine Platinöse voll in ein zweites Glas, von diesem eine Oese in ein drittes. Ich ziehe ferner den horizontalen Theil des seitlichen Ansatzrohres, nachdem ich beide Oeffnungen des Liborius'schen Röhrchens mit Wattepfropfen versehen und dieses vorher im Trockenschrank sterilisirt habe, vorsichtig in der Flamme dünn aus, um das spätere Abschmelzen zu erleichtern. Nun wird die vorher mit dem Impfmaterial gemischte Brühe durch einen aus einem sterilen Reagensglas hergestellten, lang ausgezogenen Trichter unter Lüftung des oberen Wattepfropfens in das Liborius'sche Reagensglas eingegossen. Man muss, bevor man den Wattepfropf der das Impfmaterial enthaltenden gewöhnlichen Reagensgläser wegnimmt, die Oeffnung derselben vorher sorgfältig in der Flamme sterilisiren, damit das Eindringen fremder Keime vermieden wird. Ferner ist es nothwendig, den Trichter beim Eingiessen jedesmal zu erneuern; oder man muss, wenn nur ein einziger Trichter

[1] P. Liborius, *Diese Zeitschrift.* 1886. Bd. I. S. 125—127.

vorbereitet ist, zuerst die letzte Verdünnung, gewöhnlich die zweite, durch den Trichter giessen, dann folgt die erste Verdünnung und zuletzt wird das Originalröhrchen eingegossen. Nach dem Aufsetzen des Wattepfropfens ist die verjüngte Stelle des Halses des Liborius'schen Röhrchens zweckmässig noch weiter auszuziehen, um auch hier das Zuschmelzen möglichst leicht zu machen. Dann verbindet man das untere Ende des nach unten gebogenen Ansatzrohrs durch einen gut schliessenden Kautschukschlauch mit dem Ableitungsrohr eines Wasserstoffapparates und lässt 15 bis 20 Minuten lang einen nicht zu starken gleichmässigen Strom durch den Apparat streichen. Darauf wird zunächst die am Halse gelegene verjüngte Stelle zugeschmolzen, dann das Ansatzrohr an der Stelle, wo es vorher dünn ausgezogen war. Das ganze Röhrchen wird dann in den Brütofen gestellt.

Allgemeine Vorsichtsmaassregeln bei der Durchleitung des Wasserstoffs in die Culturröhre. Es ist mir dreimal der Versuch des Zuschmelzens der Röhrchen während der Wasserstoffzuleitung verunglückt. Es explodirten die ganzen Apparate, als ich die Röhre zuschmelzen wollte. Besonders muss man dann vorsichtig sein, wenn man Wasserstoff durch Mischung von Zink und Schwefelsäure frisch im Kipp'schen Apparate zubereitet, denn der frisch bereitete Wasserstoff im Apparate enthält immer eine Zeit lang Luft; um diese Luft wegzutreiben, muss man mindestens $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunde lang den Wasserstoff frei abströmen lassen, ohne den Apparat mit dem Culturröhrchen zu verbinden, dann muss man das Wasserstoffgas in ein mit Wasser gefülltes, umgekehrt gehaltenes Reagensglas eintreten lassen und das mit Gas gefüllte Glas einer Flamme nähern. Wenn keine Explosion dabei erfolgt, so kann man sicher sein, dass im Apparate reiner Wasserstoff ist.

Mikroskopische Untersuchungen der Rauschbrandbacillen.

Die Bacillen, welche in der Cultur gewachsen sind, sind theils gerade, theils und zwar vorwiegend kolbenförmige Stäbchen; sie haben die Anschwellung entweder in der Mitte oder am Ende. Die Länge der einzelnen Bacillen ist 3 bis 6 μ, ihre Dicke beträgt ungefähr 0·5 bis 0·7 μ, die angeschwollenen sind noch grösser. Selten giebt es solche, welche herzförmig angeschwollen sind, dann ist der Dickendurchmesser grösser als die Länge. In der Cultur wachsen sie nicht zu langen Fäden aus, sondern bleiben alle einzeln. Die geraden Bacillen haben Eigenbewegung, während die angeschwollenen sich nicht mehr bewegen. Oft findet man im hängenden Tropfen an einem oder beiden Enden oder in der Mitte glänzende Körper, welche wie Sporen aussehen.

Die Bacillen färben sich mit den gebräuchlichen Anilinfarbstofflösungen ziemlich gleich gut; besonders intensiv werden dabei die an den Enden oder in der Mitte der Bacillen liegenden glänzenden Körper gefärbt, welche sich also hierdurch von den meisten bis jetzt bekannten Bacillensporen sehr erheblich unterscheiden.

Thierversuche mit der Reincultur.

Impfte ich Meerschweinchen mit der Cultur subcutan durch Einspritzung von 0·2 bis 1 ccm je nach der Grösse der Versuchsthiere, so erkrankten sie nach 20 Stunden schon ziemlich schwer, die Temperatur stieg hoch, sie wurden matt, träge, hatten keine Lust zum Fressen. Wenn ich die Impfgegend anfasste, empfanden sie zweifellose Schmerzen; die blutig-seröse Flüssigkeit trat oft schon während des Lebens durch die Haut heraus, und so gingen die Thiere nach 30 bis 48 Stunden zu Grunde. Bei der Section habe ich ganz dieselben pathologischen Erscheinungen, wie ich sie oben beim Thierversuche mit dem ausgetrockneten originalen Rauschbrandfleisch geschildert habe, gefunden. Die geraden und angeschwollenen Rauschbrandbacillen sind immer reichlich in der blutig-serösen Flüssigkeit und den schwärzlich-roth gefärbten Muskeln vorhanden. Sehr selten fand ich die Bacillen im Herzblut und in anderen inneren Organen, wenn ich das Thier frisch nach dem Tode secirte. Wenn aber die Section nicht unmittelbar nach dem Tode gemacht wurde, so fand ich die Bacillen in die inneren Organe eingedrungen; doch fast ausschliesslich in der Form der geraden Stäbchen.

Mit der virulenten Cultur konnte ich bis jetzt bis zur 30. Generation immer positive Resultate bei den Thierversuchen erhalten. Aber wie schon erwähnt, verliert die Cultur sehr bald ihre Virulenz, wenn man sie nicht oft frisch umzüchtet. Wenn ich eine unwirksam gewordene Cultur wieder in frischer Bouillon umzüchte, so wachsen die Bacillen noch, ohne aber ihre pathogene Wirksamkeit wieder zu gewinnen. Wenn man dagegen die virulente Cultur in jeder Woche einmal auf's Neue umzüchtet, so bleibt sie stets wirksam, wie ich dies durch regelmässige Versuche an mehr als 200 Meerschweinchen feststellen konnte.

Ich habe ferner fünf Kaninchen mit der virulenten Cultur geimpft, die aber alle gesund geblieben sind. Wie schon viele Forscher nachgewiesen haben, scheint das Kaninchen gegen den Rauschbrand fast immun zu sein. Dagegen sind die Mäuse etwas empfänglich; einige derselben sind gestorben, und zwar nach 24 bis 48 Stunden. Bei der Section fand ich stets die Gasansammlung unter der Haut. Unterhautbindegewebe und Muskeln sind durchtränkt von reichlicher blutig-seröser Flüssigkeit, aber

alle diese Erscheinungen bleiben immer auf die Umgebung der Impfstelle beschränkt. Die Bacillen sind reichlich vorhanden, aber bei der Maus finden sich stets nur gerade Stäbchen und nur ausnahmsweise die angeschwollenen. Wenn aber von diesem Material eine Cultur angelegt wurde, so wuchsen darin meist angeschwollene Bacillen. Der Mäusekörper scheint mir also für das Wachsthum des Rauschbrandbacillus weniger günstig zu sein.

Eintrocknungsversuche mit den Culturen und mit der blutig-serösen Flüssigkeit der an Rauschbrand gestorbenen Meerschweinchen.

Um zu erfahren, ob das im Bacillus enthaltene glänzende Körperchen wirklich eine Dauerform ist, habe ich klein zerschnittene sterilisirte Seidenfäden theils mit der Culturflüssigkeit, theils mit der blutig-serösen Flüssigkeit durchtränkt, indem ich sie eine Stunde lang darin liess; dann habe ich die Fäden im Exsiccator über Schwefelsäure zwei Tage lang aufbewahrt. Nachdem sie ganz ausgetrocknet waren, habe ich sie in sterilisirten Doppelschälchen an die Luft gestellt.

Mit diesem Material habe ich von Zeit zu Zeit Thierversuche gemacht, und zwar von den zwei Sorten jedesmal je zwei Meerschweinchen geimpft. Es stellte sich nach mehrmals wiederholten Versuchen heraus, dass sowohl die mit der Culturflüssigkeit, wie auch die mit der blutig-serösen Flüssigkeit durchtränkten Seidenfäden drei Wochen lang noch wirkungsfähig blieben. Nach dieser Zeit aber konnte ich mit diesen Seidenfäden kein Meerschweinchen mehr tödten, während gleichzeitig ausgetrocknetes Fleisch desselben Thieres noch wirksam ist. Doch muss ich bemerken, dass Fleisch, welches ganz dünn ausgeschnitten und ausgetrocknet war, seine Virulenz immer eher verlor als dasjenige, welches in dicken Schichten ausgetrocknet war.

Die Anschauung, dass die Rauschbrandbacillen schon im Thierkörper Sporen bilden, scheint mir deshalb nicht ganz richtig zu sein. Wenn dem in der That so wäre, so müssten die mit der blutig-serösen Flüssigkeit durchtränkten Seidenfäden ebenso lange wirkungsfähig bleiben, wie das ausgetrocknete dickschichtige Fleischstück, denn die Bacillen haben in der blutig-serösen Flüssigkeit ebenso die glänzenden Körper wie im Fleisch. Andererseits ist aber bekannt, dass das ausgetrocknete Rauschbrandfleisch über Jahre lang wirksam bleibt; es muss also dennoch eine Dauerform vorhanden sein. Aber wo und wie diese Dauerform gebildet wird, ist noch unklar. Hierüber setze ich meine Versuche noch weiter fort.

Immunisirung der Meerschweinchen gegen den Rauschbrandbacillus.

Eine Cultur, welche über zwei Wochen alt ist, wirkt bei den Versuchsthieren nicht mehr. Wenn ich mit dieser unwirksamen Cultur Meerschweinchen impfte und dann nach einer oder zwei Wochen dasselbe Thier entweder mit einer frischen virulenten Cultur oder mit Rauschbrandfleisch impfte, so zeigte sich das Thier gegen den Rauschbrand immun. Die zur Controle geimpften Thiere sind immer an Rauschbrand gestorben. Diese Versuche habe ich sehr oft wiederholt und stets dieselben Resultate erhalten.

Wenn ich eine frische, virulente Cultur im Wasserbad 20 bis 25 Minuten lang auf 80° C. erhitzte und dann mit derselben Meerschweinchen impfte, so gingen diese zu Grunde. Züchtete ich ferner diese erhitzte Cultur frisch um, so wuchsen die Bacillen gut. Wenn dagegen die Cultur 30 Minuten auf 80° erhitzt wurde, so wirkte sie nicht mehr auf das Versuchsthier, ebenso wuchs sie nicht mehr in frische Bouillon übertragen. Die Injection mit der 30 bis 40 Minuten lang erhitzten Cultur machte aber das betreffende Thier gegen das Virus des Rauschbrandes immun.

Die Meerschweinchen werden also gegen den Rauschbrand auch schon immun, wenn man sie mit der alten unwirksamen Cultur impft, und man braucht deshalb das Virus gar nicht erst durch die Einwirkung der Hitze herzustellen.

Um zu erfahren, ob die immun gewordenen Meerschweinchen auch nach dem Tode noch ungeeignetes Nährsubstrat für die Rauschbrandbacillen sind, habe ich immun gewordene Meerschweinchen getödtet, unter allen Cautelen Fleisch aus dem Cadaver herausgenommen, in dasselbe eine Platinöse voll von der Cultur des Bacillus geimpft, in Liborius'sches Röhrchen eingethan und Wasserstoff durchgeleitet; ebenso habe ich in die Brühe, welche aus dem Fleisch bereitet war, den Bacillus geimpft und beide Nährsubstrate in den Brütofen gestellt. In beiden sind die Rauschbrandbacillen ebenso gut wie in normaler Meerschweinchenbrühe gewachsen. Hieraus kann man schliessen, dass die Immunität nur im lebenden Thierkörper vorhanden ist.

Merkwürdig ist es noch, dass die von immun gewordenen weiblichen Meerschweinchen geborenen Thiere auch gegen den Rauschbrand immun blieben. Ich habe zwei tragende Meerschweinchen mit einer unwirksamen Cultur geimpft. Nach einer Woche habe ich sie mit einer virulenten Cultur geimpft, gegen die sie immun blieben. Nach einigen Tagen warf das eine zwei, das andere drei Junge, welche alle gut heranwuchsen.

50 Tage, nachdem sie geboren waren, habe ich davon zwei mit einer virulenten Cultur, die anderen drei mit dem virulenten Rauschbrandfleisch geimpft. Zur Controle habe ich je zwei Meerschweinchen mit derselben Cultur und demselben Fleisch geimpft. Die fünf Meerschweinchen, welche von den immunen Weibchen herstammten, sind ganz munter und am Leben geblieben, während die Controlthiere alle zu Grunde gegangen sind. Mit dieser geringen Anzahl von Versuchen kann ich natürlich noch nicht bestimmt sagen, ob immune Weibchen stets immune Junge werfen.

Da mir andere Versuchsthiere wie Rind, Schaf u. s. w. nicht zur Verfügung standen, so habe ich hiermit meine Versuche abbrechen müssen.

Zum Schluss halte ich mich verpflichtet, Hrn. Prof. Dr. Löffler meinen aufrichtigsten Dank für seine mannigfachen Rathschläge bei dieser Arbeit auszusprechen.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Beiträge zur Aetiologie des Milzbrandes.

Von

Dr. Behring,
Stabsarzt am Friedrich-Wilhelms-Institut in Berlin.

Im Jahre 1887 habe ich über Versuche, Milzbrand mit Silberlösungen zu behandeln, berichtet (1). Dieselben lieferten den Beweis, dass es gelingt, durch Silberlösungen den Verlauf der Milzbrandinfection bei Kaninchen, Meerschweinchen und Mäusen derart zu beeinflussen, dass die mit Silber behandelten Thiere zu einer Zeit, wo die Controlthiere schon an Milzbrand zu Grunde gegangen sind, noch leben und keine Milzbrandbacillen im Blut und in den Organen haben.

Für die Praxis hatten diese Versuche deswegen keine unmittelbare Bedeutung, weil — wie ich mich in jener Arbeit ausdrückte — „die zur Entwickelungshemmung der Milzbrandbacillen im lebenden Organismus erforderlichen Silbermengen so gross sind, dass in der Mehrzahl der Fälle eine dauernde Schädigung oder Vernichtung des leidenden Organismus durch dieselben erfolgt".

Dagegen erachtete ich das Resultat jener Versuche aus dem Grunde für bedeutsam und mittheilenswerth, weil durch dasselbe die bis dahin fast allgemein geltende Annahme widerlegt wurde, dass Antiseptica im lebenden Organismus ihre antiseptische Wirksamkeit verlieren und dass man gar nicht im Stande sei, von den Eigenschaften eines Mittels ausserhalb des Organismus auf seine Wirkung im Innern desselben zu schliessen.

Für das Silbernitrat hatte ich gefunden, dass es im lebenden Organismus die Entwickelung des Milzbrandes aufhebt, wenn von ihm pro Kilogramm Thier ungefähr der vierte Theil derjenigen Menge subcutan injicirt

wird, die genügt, um im gleichen Gewicht Blutserum das Milzbrandwachsthum aufzuheben.

Ich schloss nun, dass auch die Heilung von Milzbrand bezw. die Verhütung der Erkrankung an Milzbrand gelingen würde mit einem Mittel, welches, wenn es in einer Concentration im Blute circulirt, die zur Wachsthumsaufhebung genügt, noch nicht als tödtliches Gift wirkt.

Ob es solche Mittel giebt, darüber konnte nur das Experiment Aufschluss geben.

Die Versuchsanordnung, um eine derartige Prüfung vorzunehmen, war folgende.

Ich bestimmte zunächst den antiseptischen Werth des zu prüfenden Mittels gegenüber Milzbrand im Rinderblutserum, berechnete dann auf das Körpergewicht eines für Milzbrandinfection empfänglichen Thieres die zu injicirende Menge des Mittels und sah zu, ob diese Dosis noch vertragen wurde, und eventuell welche grösste Dosis noch nicht tödtlich wirkte. Wenn mir danach ein Präparat erfolgversprechend schien, studirte ich schliesslich den Einfluss desselben auf den Krankheitsverlauf von mit virulentem Milzbrand inficirten Thieren.

Sehr eingehend habe ich die Silber- und Quecksilberpräparate studirt.

Da bei der subcutanen Injection der einfachen wässerigen Lösungen dieser Mittel die Anätzung der Gewebe mich daran zweifeln liess, dass die Resorption vom Unterhautgewebe aus prompt erfolge, habe ich mir solche Lösungen hergestellt, die mit Blut keine Niederschläge geben.

Vom Silber kann man u. A. mit Natron subsulfurosum solche Lösungen erhalten; Quecksilber habe ich als Quecksilberjodid-Jodkalium, als Cyanid, dann in Form von sauren Lösungen und in Mercuro-Verbindungen untersucht (2).

Alle diese Mittel werden sehr glatt resorbirt; aber ich fand ausnahmslos die relative Giftigkeit des Silbers und Quecksilbers in diesen Verbindungen gesteigert.

Das Quecksilber habe ich auch als Metall und in Form des Lang'schen grauen Oels unter die Haut gebracht. Diese Applicationsweise vertragen die Thiere, bis auf regelmässig zu beobachtende Eiterbildung ohne Mikroorganismen, sehr gut. Die Erkrankung und der tödtliche Ausgang durch Milzbrand wird aber nicht gehindert.

Von anderen anorganischen Mitteln schien mir namentlich die arsenige Säure vielversprechend zu sein; aber in Einem bin ich vollständig enttäuscht worden.

Bekanntlich wird die arsenige Säure zu denjenigen Mitteln gerechnet, von welchen der Thierkörper bei fortdauerndem Gebrauch immer

grössere Gaben verträgt. Die arsenige Säure hebt im Rinderblutserum schon bei 1:8000 die Entwickelung von Milzbrand auf und gehört demnach zu den wirksamsten Antisepticis. Wenn nun durch die Gewöhnung an dieses Mittel — sagte ich mir — allmählich so grosse Gabe vertragen werden, dass eine zur Entwickelungshemmung genügende Concentration im Blute vorhanden ist, so muss ja nothwendig ein Erfolg erreicht werden. Mit kleinen Dosen beginnend stieg ich nun innerhalb 4 Wochen bei drei Kaninchen immer höher, und nach der nunmehr angestellten Berechnung konnte ich die Infection wagen.

Eines der Arsen-Thiere, mit virulentem Milzbrand inficirt, starb in der bei Kaninchen gewöhnlichen Zeit und ebenso schnell wie das Controlthier an Milzbrand.

Da untersuchte ich noch einmal den antiseptischen Werth der Lösung und fand, dass derselbe um's Dreifache geringer geworden war. Eine neu hergestellte Lösung wirkte wiederum bei 1:8000 entwickelungshemmend, aber als ich den beiden noch übrigen Arsen-Kaninchen diese neue Lösung injicirte, zeigte sich, dass die Widerstandsfähigkeit gegen die arsenige Säure nicht abgenommen hatte. Die tödtliche Dosis war nicht höher als bei Thieren, die kein Arsen vorher bekommen hatten.

Für die Praxis möchte ich hierbei das als bemerkenswerth betonen, dass Lösungen von arseniger Säure ihre Giftigkeit, aber auch ihre antiseptische Wirksamkeit bei längerem Gebrauch verlieren können. In der von mir benutzten Lösung, welche täglich mehrmals während der Entnahme der zur subcutanen Injection gebrauchten Mengen offen gestanden hatte, konnte ich Arsensäure nachweisen und ich betrachte die partielle Oxydation der arsenigen Säure zu Arsensäure in dem von mir beobachteten Fall als Ursache der Verminderung der antiseptischen und giftigen Eigenschaften.

Ich verzichte darauf, im Einzelnen die Mittel zu besprechen, welche ich in ihrem Einfluss auf das Milzbrandwachsthum im Blutserum und im lebenden Organismus milzbrandempfänglicher Thiere untersucht habe. 26 dieser Mittel habe ich an anderer Stelle aufgezählt (3) und seitdem noch mehrere untersucht. Auf Grund dieser Untersuchungen bin ich zu dem Resultat gekommen, dass ein fast gesetzmässiges Verhältniss besteht zwischen der entwickelungshemmenden Wirkung gegenüber Milzbrand im Blutserum und der Giftwirkung für den Organismus der Meerschweinchen und Kaninchen. Dasselbe lässt sich in folgender Weise ausdrücken.

Auf das Körpergewicht der Versuchsthiere berechnet wirkt ein antiseptisches Mittel dann tödtlich, wenn es in sechsfach geringerer Dosis in resorptionsfähiger Form unter die Haut injicirt wird, als diejenige, welche

nöthig ist, um im gleichen Gewicht Blutserum die Entwickelung von Milzbrand aufzuheben.[1]

Ein günstigeres Verhältniss fand ich nur beim Silbernitrat, beim salzsauren Chinin in leicht alkalischer Lösung und in dem Gemisch von chemischen Körpern, welches in Liebig's Fleischextract enthalten ist. Aber auch bei diesen Mitteln ist es mir nicht gelungen — auch nicht einmal bei Kaninchen — mehr zu erreichen, als dass ein kleiner Theil der Versuchsthiere bei Infection mit sehr virulentem Milzbrand am Leben erhalten würde. Die Mehrzahl der Thiere ging entweder an Milzbrand zu Grunde, wenn die Dosirung der Mittel zu gering war, oder es wurde zwar das Milzbrandwachsthum verhindert, aber es trat der Tod dann ein in Folge von Vergiftung durch das zur Behandlung gewählte Medicament. Die relative Giftigkeit ist eben auch bei jenen Mitteln für die meisten Thiere noch zu gross.

Nach diesen Mittheilungen wird es leicht begreiflich sein, wenn es mich in hohem Grade interessirte, vom Creolin zu hören, dass dasselbe antiseptisch ausserordentlich wirksam, dabei aber absolut ungiftig sei; solch' ein Mittel war es ja gerade, was ich suchte.

Leider zeigte eine eingehende Prüfung, über welche ich an anderer Stelle berichtet habe (4), dass im Blutserum und in eiweisshaltigen Flüssigkeiten das Creolin eine nur geringe antiseptische Wirkung besitzt, dass andererseits dasselbe nicht ungiftig ist und dass seine Giftigkeit im Vergleich zur antiseptischen Wirkung, also seine relative Giftigkeit, nicht geringer ist als diejenige anderer Antiseptica.

Auch beim Creolin hatte ich also lediglich meine bisherigen Erfahrungen bestätigt gefunden.

So nützlich nun die experimentelle Prüfung möglichst vieler chemischer Körper auf ihre Beeinflussung des Milzbrandwachsthums im Blutserum und im lebenden Organismus auch in mancherlei Beziehung sein mochte, für den ursprünglichen Zweck meiner Untersuchungen, ein Heilmittel gegen Milzbrand zu finden, ist der Gewinn ein sehr geringer gewesen und ich durfte nicht darauf rechnen, dass der Zufall, wenn es überhaupt ein chemisch wirksames Milzbrand-Heilmittel giebt, mir dasselbe entgegenführen würde. Die im Folgenden mitzutheilenden Versuche sind deswegen von wesentlich anderen Gesichtspunkten aus unternommen worden.

---

[1] Um Missverständnissen vorzubeugen, will ich die Bemerkung nicht unterlassen, dass ich eine Reihe von Alkaloiden mit grosser Giftigkeit antiseptisch fast unwirksam gefunden habe, z. B. das schwefelsaure Atropin; und dass die obigen Auseinandersetzungen sich nur auf Mittel beziehen, die man mit O. Löw vielleicht zweckmässig als allgemeine Gifte bezeichnen darf, im Gegensatz zu den specifischen Nerven-, Muskel- u. s. w. Giften.

Die erste Versuchsreihe wurde noch im Bonner pharmakologischen Institut angestellt und steht im Zusammenhang mit meiner Arbeit „Ueber die Ursache der Immunität von Ratten gegen Milzbrand" (3), in welcher ich mittheilte, dass bei weissen Ratten die eigenartige chemische Zusammensetzung des Blutes zur Erklärung der Immunität ausreicht und dass man nicht genöthigt ist, auf eine Fressthätigkeit besonderer Zellen als erklärendes Moment zurückzugreifen.

Die anderen Untersuchungsreihen betreffen Wachsthumseigenthümlichkeiten virulenten und abgeschwächten Milzbrands.

I. Alkalescenzbestimmungen im Blutserum mittelst der Titrirmethode.

In meiner Arbeit „Ueber die Ursache der Immunität von Ratten gegen Milzbrand" habe ich den Grad der Alkalescenz des Blutserums von verschiedenen Thierarten in folgender Weise berechnet.

Ich bestimmte diejenige Menge von $^1/_{40}$ Normal-Oxalsäure, welche ich zu einem abgemessenen Quantum durch Rosolsäure roth gefärbten Blutserums hinzusetzen musste, bis die rothe Farbe verschwand. Daraus berechnete ich, durch wieviel Oxalsäure 1 ^{ccm} Blutserum neutralisirt wurde und setzte die Alkalescenz gleich derjenigen Menge Natronlauge, die der gefundenen Oxalsäure entspricht.

Unter Beobachtung gewisser Cautelen, welche ich in jener Arbeit ausführlich besprochen habe, hat sich mir dieses Verfahren praktisch als gut durchführbar erwiesen, um die empirische Alkalescenz zu bestimmen.

Dagegen bin ich dort nicht eingegangen auf die principiellen theoretischen Bedenken, welche man der Verwerthung der durch dieses Verfahren gewonnenen Resultate entgegenstellen kann.

Für die dort untersuchten Fragen war es allerdings auch nicht von Belang, dass die Titrirmethode uns gar keinen Aufschluss darüber geben kann, welche säure- oder alkalibindende Kraft Blut und Blutserum im theoretisch-chemischen Sinne besitzen; in welchem Sinne bekanntlich nach Maly (16) diese Flüssigkeiten gar nicht als alkalisch gelten können, vielmehr als sauer anzusehen sind, da in denselben noch Körper existiren, die ein durch Metalle vertretbares Wasserstoffatom besitzen.

Mir kam es nur darauf an, zu untersuchen, ob nachweisbare Unterschiede existiren zwischen dem Blut und Blutserum solcher Thiere, die gegen Milzbrand natürliche Immunität besitzen und solchem von Thieren, die für Milzbrand empfänglich sind; nach dieser Richtung aber erfüllte die durch die Titrirmethode empirisch gefundene Alkalescenz ihren Zweck

vollständig, wie ich jetzt mit um so grösserer Sicherheit behaupten kann, nachdem ich durch weitere Untersuchungen bestätigt fand, dass die Alkalescenz bei den für Milzbrand wenig empfänglichen Ratten constant beträchtlich höhere Werthe zeigt, als bei nicht immunen Thieren.

An dieser Stelle führe ich als Beweis hierfür noch folgende grössere Untersuchungsreihe auf.

Am 4./IX. waren grosse Standgefässe und mit Watte geschlossene Reagensgläser im Trockenschrank sterilisirt worden.

In zwei hohen Standgefässen wurde dann am 5./IX. im Schlachthause 1. Ochsenblut, und in kleineren Gläsern bezw. Reagensgläsern im pharmakologischen Institut das Blut von folgenden Thieren aufgefangen:

2. Von einem Hunde (Spitz) . . 1 Jahr alt,
3. „ „ grauen Kaninchen, ca. $^1/_2$ „ „ (1200 grm schwer),
4. „ „ Meerschweinchen 3 Monate „ (400 „ „),
5. „ zwei weissen Ratten . . . . ca. (100 „ „),

Sämmtliches Blut wurde im Eisschrank 36 Stunden stehen gelassen; am 7./IX. wurde das Serum in sterilisirte Kolben und Reagensgläser abgegossen und ich erhielt von rothen Blutkörperchen fast gänzlich freies Serum

vom Ochsenblut . . . . . . ca. 500 ccm
„ Hundeblut . . . . 5 ccm
(der grösste Theil des Blutserums, ca. 10 grm, war blutig tingirt.)
vom Kaninchenblut . . . . . . 3 ccm
„ Meerschweinchenblut . . . . 2 ccm
„ Rattenblut . . . . 1·5 ccm

Keine der vielen Cautelen beim Auffangen des Blutes und beim Abgiessen des Serums, das Hineingelangen von Luftkeimen zu verhüten, darf vernachlässigt werden. Zwei Vorsichtsmaassregeln müssen aber noch besonders sorgsam beobachtet werden, wenn man blutfreies Serum erlangen will. Es darf an den Innenwänden der Glasgefässe, welche zum Auffangen des Blutes bestimmt sind, keine Feuchtigkeit haften; dieselbe würde alsbald etwas Hämoglobin lösen und dadurch eine nicht mehr zu beseitigende Rothfärbung des Serums bewirken. Es muss zweitens während der Zeit bis zum Abfüllen des Serums das Blut ganz ruhig und an einem kühlen Ort stehen. Die Temperatur kann mehrere Grade über dem Nullpunkt sein. Ja ich habe sogar zur schnellen Gewinnung kleinerer Serum-Mengen es vortheilhaft gefunden, das Blut bei Zimmertemperatur stehen zu lassen.

Mit Blut eines Meerschweinchens, welches vor 36 Stunden geimpft und vor wenigen Stunden an Milzbrand gestorben war, wurden nun kleine

Tröpfchen Serum auf Deckgläschen geimpft und diese in hohle Objectträger eingeschlossen; so wurden angefertigt:

3 hohle Objectträger von Rattenblutserum,
3 „ „ „ Hundeblutserum,
1 hohler „ „ Rinderblutserum,
1 „ „ „ Kaninchenblutserum,
1 „ „ „ Meerschweinchenblutserum.

Danach wurde das Serum titrirt, und zwar von Rinderblutserum je drei Proben à 2 ccm, von den anderen Serumarten die ganzen Mengen auf einmal. Die einzelnen Proben ergaben folgende Resultate:

I.	Rattenserum	0·00125
II.	Hundeserum	0·0011
IIIa.	Rinderserum	0·00065
IIIb.	Rinderserum	0·00065
IIIc.	Rinderserum	0·00065
IV.	Kaninchenserum	0·00085
V.	Meerschweinchenserum	0·0009 (?)

Ich titrirte mit $^{1}/_{40}$ Normaloxalsäure; als Indicator diente Rosolsäure. Nach vollständigem Verschwinden der Rosafärbung titrirte ich mit $^{1}/_{40}$ Normalnatronlauge zurück bis zum Wiedereintritt der Rothfärbung und corrigirte danach das erste Resultat.

Das Rattenserum, nachdem es neutralisirt war, wurde auf eine Alkalescenz = 0·0004 Natron gebracht und dann wurden in gleicher Weise wie oben angegeben drei hohle Objectträger angefertigt.

Gleichzeitig wurde auch Rattenserum mit zwei milzbrandsporentragenden Seidenfädchen inficirt.

Schon nach 7 Stunden konnte in allen hohlen Objectträgern mit Ausnahme derjenigen, die mit reinem Rattenserum beschickt waren, Wachsthum von Milzbrand constatirt werden.

Am 7./IX. war das Resultat folgendes:

1. Rattenserum in keinem Präparat Wachsthum, auch nicht an den mit Seidenfäden beschickten.
2. Hundeserum in sämmtlichen Präparaten reichliches Wachsthum.
3. Rinderserum mässig reichliches Wachsthum.
4. Kaninchenserum sehr spärliches Wachsthum.
5. Meerschweinchenserum sehr viel gewachsen.
6. Rattenserum (mit Alkalescenz = 0·0004 Natron) mässig reichlich gewachsen.

Am 8./IX. waren in allen Präparaten, mit Ausnahme des Rattenserums mit künstlich herabgesetzter Alkalescenz, die anfänglich entstandenen langen Fäden zu kurzen, höchstens dreigliederigen Stäbchen zerfallen.

Vom Rinde und Kaninchen habe ich auch Glaskörperflüssigkeit und Augenkammerwasser untersucht.

Die Alkalescenz entsprach fast genau der des Blutserums vom Rinde bezw. Kaninchen.

Das Milzbrandwachsthum erfolgte genau so, wie R. Koch es im Jahre 1876 beschrieben (5) hat. Die zuerst ziemlich reichlich gewachsenen langen Fäden lassen schon nach 15 Stunden langem Aufenthalt im Brütschrank dicht aneinandergereihte stark glänzende Sporen erkennen, und es verhält sich demnach bei denselben Thieren die Augenflüssigkeit wesentlich anders als das Blutserum in Bezug auf seine Eigenschaft als Nährsubstrat für Milzbrand. In letzterem erfolgt im hängenden Tropfen keine Sporenbildung, auch nicht im Blutserum von Thieren, in welchem der Milzbrand zu langen Fäden auswächst. Ueberdies ist bei Kaninchen das Wachsthum in der Augenflüssigkeit viel reichlicher als im Blutserum.

Verdünnt man aber das Blutserum bis zum 20- bis 40fachen mit sterilisirtem Wasser, so werden die Wachsthumsverhältnisse in beiden Nährböden gleich; es erfolgt dann auch im Blutserum schnelle und reichliche Sporenbildung.

Von manchen Autoren wird die Ursache der Sporenbildung in einer Erschöpfung des Nährbodens gesehen. So bezeichnet H. Buchner (6) „den eintretenden Mangel an Ernährungsmaterial als die physiologische Ursache der Sporenbildung“.

Die eben mitgetheilte Beobachtung am Blutserum schien mir zuerst jene Annahme zu bestätigen. Als ich jedoch auf Veranlassung von Hrn. Geheimrath Koch mich eingehender mit den Bedingungen der Sporenbildung beschäftigte, fand ich, dass jene Beobachtung auch noch eine andere Deutung zulässt.

II. Ueber einige Bedingungen der Milzbrandsporenbildung.

Zur ausgiebigen Gewinnung von Milzbrandsporen werden mit Vorliebe Kartoffel- und Agar-Culturen gewählt.

Man kann bekanntlich aber auch in flüssigen Nährmedien, im Kammerwasser und in Glaskörperflüssigkeit des Auges vom Rinde, in Bouillon und in Nährgelatine die Sporenbildung sehr schön zur Anschauung bringen. Indessen man findet hier häufig Unregelmässigkeiten, nament-

lich in Bezug auf die Schnelligkeit des Eintritts derselben, ohne dass bisher immer mit Sicherheit der Grund dafür angegeben werden konnte.

Im Blut der lebenden Thiere und im unverdünnten Blutserum tritt im hängenden Tropfen Sporenbildung nicht ein.

Was nun die Ursache dieser Differenzen angeht, so besteht kein Zweifel darüber, dass die Beschaffenheit des Nährsubstrats von grossem Einfluss ist. Man weiss, dass durch Verdünnung desselben die Tendenz zur Sporenbildung erhöht wird; für das Blutserum von Rindern habe ich gefunden (s. oben), dass auch in diesem durch weitgehende Verdünnung mit sterilisirtem Wasser (1 Th. Blutserum zu 40 Th. aq. dest.) sehr reichlich und schnell Sporen gebildet werden; für den Harn ist Aehnliches gefunden worden.

Andererseits hat aber Lehmann (7) auch gezeigt, dass die sporenbildende Fähigkeit unabhängig vom Nährboden, in der Natur der Milzbrandorganismen begründet sein kann, und dass dieselbe bei manchem Milzbrand vollständig fehlt.

Von diesen Thatsachen ausgehend, habe ich versucht, die Bedingungen festzustellen, welche die Sporenbildung begünstigen, erschweren oder gänzlich verhindern.

Der Mangel der sporenbildenden Fähigkeit ist nach den Untersuchungen von Lehmann bei manchem Milzbrand eine dauernde Eigenthümlichkeit. Ob dieselbe eine erworbene ist, ob sie künstlich bei bisher sporenbildenden Organismen hervorgerufen werden kann, ob es gelingt, durch geeignete Züchtung im Laufe der Zeit jenen Defect wieder auszugleichen, diese Fragen werden vermuthlich zu ihrer Entscheidung längere Zeit brauchen.

Dagegen kann ich schon jetzt einige Bedingungen mittheilen, welche bei sporenbildenden Organismen begünstigend und störend, bezw. verhindernd auf die Sporenbildung einwirken, und zwar habe ich diese Bedingungen gefunden an einem aus dem hiesigen Institut stammenden sehr virulenten Milzbrand, welcher in geeigneter Bouillon nach 12 bis 16 Stunden langer Aufbewahrung im Brütschrank regelmässige und vollständige Ausbildung eiförmiger Sporen in den langen, relativ dicken und deutlich doppelt contourirten Fäden zeigt.

Die Resultate sind gewonnen durch Beobachtung des Wachsthums in hohlen Objectträgern; die Einzelversuche wurden so angestellt, dass ich zu einer in gewöhnlicher Weise zubereiteten Bouillon mit Pepton und Kochsalzzusatz verschiedene genau dosirte Mittel zusetzte, deren Einfluss auf die Sporenbildung ich studiren wollte.

Meine Bouillon hatte nach dem Filtriren saure Reaction und brauchte auf 100^{ccm} zur Neutralisation 0·5^{ccm} Normalnatronlauge. Auf Salzsäure berechnet betrug ihr Gehalt an Säure demnach ca. 1:5400.

In dieser Bouillon erfolgte nach 16stündigem Stehen im Brütschrank bei 36° C. sehr reichliche Sporenbildung. Bei starker Vergrösserung konnte man häufig sehen, dass je zwei stark glänzende, eiförmige Körper ziemlich nahe an einander gelegen waren, das nächste Paar dann durch etwas grösseren Zwischenraum getrennt.

Nach 36 Stunden befand sich ein grosser Theil der Sporen schon ausserhalb der Fäden, in der Flüssigkeit schwimmend.

Sowohl bei den noch in den Fäden befindlichen, wie bei den frei gewordenen Sporen gelang durch einstündiges Hineinlegen von Deckglaspräparaten in heisses Carbolfuchsin die Sporenfärbung sehr schön.

Das Resultat war bezüglich der Sporenbildung das gleiche, wenn ich die Bouillontröpfchen mit Milzbrandsporen-Seidenfädchen, oder wenn ich mit einer Spur Blut von Mäusen geimpft hatte, die an diesem Milzbrand gestorben waren.

Dieser Bouillon fügte ich dann in mit 10^{ccm} derselben beschickten Reagensgläsern verschiedene chemische Mittel hinzu, entnahm nach dem Zusatz jedes Mal eine Platinöse voll, brachte dies Tröpfchen auf ein Deckglas, impfte und sah nach 16 bis 24stündiger Aufbewahrung im Brütschrank, ob Sporenbildung eingetreten war oder nicht.

Es ergab sich nun, dass dieselbe sehr schön zu beobachten war, wenn der Gehalt der Bouillon an Alkalien betrug:

Natronlauge .	0·1 Proc.	= 1:1000	= 2·5^{grm} Normallauge	. in 100^{ccm},
Ammoniak .	0·06 „	= 1:1660	= 3·5^{grm} Normalammoniak	„ „
Kalkwasser .	0·05 „	= 1:2000		
Kohlens. Natron	0·5 „	= 1:200.		

An Säuren:

Salzsäure	0·045 Procent	= 1:2200	= 1·25 Normalsäure	in 100^{ccm},
Oxalsäure	0·079 „	= 1:1300	= 1·25 „	„ „

An Calciumchlorid 1:200.

Die regelmässigste und vollständigste Sporenbildung war bei Zusatz von Kalkwasser und von Calciumchlorid zu beobachten.

Auf jedes der genannten Mittel kommen eine grössere Reihe, mindestens 10 Einzelbeobachtungen, welche den Beweis lieferten, dass es sich um stets gleichbleibende, mit Sicherheit vorauszusagende Ergebnisse handelt. Nur einen Vorbehalt muss ich dabei machen. Diese Zahlen treffen nicht mehr genau zu, wenn die Bouillon in anderer Weise zubereitet wird. Lässt man den Kochsalzzusatz weg, wird statt kohlensauren Natrons zur Neutralisation Natronlauge, Kalilauge oder Ammoniak genommen, geht

man statt von schwach saurer oder neutraler Bouillon von alkalischer aus, so darf man nicht mehr darauf rechnen, genau dieselben Zahlen zu bekommen.

Am meisten abweichend fand ich das Resultat, als ich zum Fleischinfus vor dem Aufkochen soviel Ammoniak zusetzte, dass nach dem Filtriren die Bouillon zur Neutralisation noch 2·5 ccm Normalsalzsäure brauchte, also einen Gehalt von Ammoniak = 1:2300 = 0·0425 Procent besass. In diesem Falle, in welchem vermuthlich andere Körper, bew. in anderen Mengenverhältnissen in Lösung übergingen, als bei der sauer filtrirten Bouillon, trat noch Sporenbildung ein, wenn durch Salzsäurezusatz der Säuregehalt = 0·5 ccm, aber nicht mehr, wenn er = 0·75 ccm Normalsäure war; bei einem Gehalt an freier Salzsäure von 1:3600 (= 0·028 Proc.) war in dieser Bouillon also Sporenbildung nicht mehr zu beobachten.

Die oben angeführten Zahlen und die nachfolgenden gelten daher, wie ich ausdrücklich hervorhebe, nur für eine Bouillon, welche nach dem Filtriren schwach saure Reaction besitzt.

Das Gesammtergebniss der bisher mitgetheilten Untersuchungen kann ich kurz in folgenden Worten zusammenfassen: In einer Bouillon, welche bei schwach saurer Reaction Sporenbildung gestattet, wird durch Zusatz von Säuren bis zu einem Gehalt = 1·25 ccm Normalsäure in 100 ccm und von Alkalien bis zu 3 ccm Normallauge in 100 ccm die Sporenbildung nicht beeinträchtigt, durch einige Mittel sogar gefördert.

Vermehrt man nun aber den Zusatz eben derselben Mittel, so tritt dieselbe zuerst langsamer und unregelmässiger ein, schliesslich bleibt sie vollständig aus und zwar bei einem Zusatz, der die Schnelligkeit und Reichlichkeit des Wachsthums noch nicht erheblich beeinträchtigt.

Bei Salzsäurezusatz bleibt sie aus bei einem Gehalt von 0·054 Proc. = 1:1666 (= ca. 1·5 ccm Normalsalzsäure in 100 ccm; bei Natronlauge bei einem Gehalt von 0·12 Procent = 1:830 = ca. 3·0 ccm Normallauge in 100 ccm, bei Ammoniak 0·098 Procent = ca. 1:1000.

Aber nicht bloss bei Säuren und Alkalien lässt sich die Aufhebung der Sporenbildung durch den Zusatz solcher Mengen nachweisen, welche die Entwickelung noch nicht merklich hemmen; das gleiche habe ich für eine Reihe vorzüglicher Antiseptica constatiren können.

Höllenstein hebt in der Bouillon bei 1:25000 das Wachsthum vollständig auf; bei 1:40000 erfolgt noch sehr reichliches und schnelles Auswachsen zu langen Fäden, aber keine Sporenbildung, während dieselbe bei 1:60000 noch nicht beeinträchtigt ist.

Alkalische Silberlösung, hergestellt durch Kalkwasser und Auflösung des entstandenen Niederschlages von Silberoxyd durch Ammoniak, hebt bei 1:12000 das Wachsthum auf; bei 1:25000 sieht man üppiges Fadengeflecht nach 16 Stunden im hohlen Objectträger, aber keine Spur von Sporenbildung.

Salzsaures Hydroxylamin, schwach sauer reagirend (Präparat von Kahlbaum, welches erheblich geringere entwickelungshemmende Wirkung besitzt, als ein in Bonn von mir untersuchtes Präparat) hob bei 1:1500 die Entwickelung auf; die Sporenbildung blieb aber schon bei 1:2500 gänzlich aus.

Salzsaures Chinin hebt die Entwickelung auf bei 1:1250, die Sporenbildung bei 1:2500.

Danach scheint es, als ob das Ausbleiben der Sporenbildung der Ausdruck ist für eine partielle Schädigung der physiologischen bezw. morphologischen Eigenschaften des Milzbrandes, und dass diese Schädigung durch sehr verschiedene Mittel erreicht werden kann.

Es darf nunmehr die Frage aufgeworfen werden, ob nicht auch das Ausbleiben der Sporenbildung im Blut und im Blutserum auf die Anwesenheit von solchen Mengen chemischer Körper zurückzuführen ist, die bei noch weitergehender Vermehrung sogar das Wachsthum und unter Umständen das Leben der Milzbrandorganismen unmöglich machen.

Die Thatsache, dass im frischen Blutserum der meisten weissen Ratten und mancher Kaninchen keine Milzbrandbacillen wachsen, ist wohl geeignet, diese Annahme zu stützen, und für die weitere Annahme, dass es basische Körper sind, welche die Milzbrandorganismen im Blut immuner Thiere schädigen, spricht, wie mir scheint, ausser den früher von mir mitgetheilten Gründen noch Folgendes.

Um in neutraler Bouillon das Wachsthum von Milzbrand durch Zusatz von Natronlauge aufzuheben, brauche ich für 100 ccm Bouillon 4 ccm Normalnatronlauge = 0·16 Procent Natronlauge = 1 : 625. Dagegen genügt zur Aufhebung des Wachsthums im Rinderblutserum mit einer Alkalescenz = 0·07 Natronlauge = 1·7 Normallauge pro 100 ccm schon ein Zusatz von ca. 1:2000 = 0·05 Procent Natronlauge = 1·25 Normallauge.

Umgekehrt ist der Säureverbrauch im Blutserum bis zur Wachsthumsaufhebung beträchtlich grösser als in neutraler Bouillon. Für letztere genügen z. B. von der Oxalsäure 0·079 Procent = 1:1300, während im Blutserum erst bei einem Zusatz von 0·25 Procent = 1:400 das Wachsthum aufhört.

Man sieht demnach, dass auch im Rinderblutserum mit relativ geringer Alkalescenz der Einfluss derselben auf die Entwickelung der Milz-

brandbacillen nicht unbeträchtlich sein kann, und dass derselbe sich gleich ca. $1^1/_2$ ccm Normalnatronlauge pro 100 ccm setzen lässt.

Die Thatsache, dass durch genügende Verdünnung des Blutserums Sporenbildung in demselben ermöglicht wird, lässt ja zuerst daran denken, dass Erschöpfung des Nährbodens hierbei eine Rolle spielen könnte; sie lässt sich aber auch gut vereinbaren mit der Annahme, dass gewisse, die Milzbrandorganismen schädigende Substauzen in demselben vorhanden sind, und dass durch die Verdünnung das procentische Verhältniss dieser schädigenden Substanzen so gering wird, dass sie die reguläre Entwickelung des Milzbrandes nicht mehr hindern können.

Durch die bisherigen Beobachtungen und Ueberlegungen ist die Annahme, dass das Ausbleiben der Sporenbildung im Blutserum ein Ausdruck für das Vorhandensein einer die Milzbrandbacterien schädigenden Substanz ist, sehr wahrscheinlich gemacht worden. Durch die im Folgenden mitzutheilenden Beobachtungen glaube ich aber auch, den stringenten Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme liefern zu können.

Es ist bekannt, dass unverdünntes Blut und Blutserum für die Sporenbildung der Milzbrandbacillen nicht absolut ungeeignete Nährböden sind. In dünnen Schichten ausgebreitetes und getrocknetes Milzbrandblut lässt z. B. Milzbrandsporenwachsthum sehr gut beobachten, und es lag der Versuch nahe, die Bedingungen auch im hohlen Objectträger so herzustellen, dass Sporenwachsthum eintritt.

Das gelingt nun in der That in ganz ausgezeichneter Weise durch Zusatz von frisch bereitetem primären Calciumphosphat im Verhältniss von 1:200 Blutserum. Man stellt sich das primäre Calciumphosphat am besten dar aus dem in Salzsäure gelösten tertiären Calciumphosphat durch Eindampfen der Lösung.

Das primäre, sauer reagirende Salz ist in Wasser leicht löslich; ich wende es in 7 procentiger Lösung an. Aufkochen derselben muss man vermeiden, da es dabei secundäres unlösliches Phosphat abscheidet.

Das Blutserum, mit welchem ich die Versuche anstellte, war sterilisirt und besass eine Alkalescenz von 15 ccm Normallauge im Liter. Die Milzbrandbacillen wuchsen in ihm zu dicken, scharf doppeltcontourirten Fäden aus, die sehr bald, schon nach 36 Stunden, in Stäbchen zerfielen. Ein Zusatz von $Ca(H_2PO_4)$ 1:800 änderte daran nichts; bei 1:400 wuchsen lange üppige Fäden von mittlerer Dicke, und man konnte vom Rande des Tröpfchens her schon Sporenbildung bemerken. Bei 1:200 war die Sporenbildung schon nach 16 Stunden so regelmässig und schön, wie im Kammerwasser des Rindsauges oder in sehr geeigneter Bouillon. Bei

noch stärkerem Zusatz — unter 1:100 — hört die Sporenbildung auf. Schon bei 1:100 wird sie sehr unregelmässig und lückenhaft; bei 1:50 erfolgt kein Wachsthum von Milzbrand mehr.

In Vorversuchen habe ich auch bei Salzsäurezusatz 1:1000 zum Blutserum einen Ansatz zur Sporenbildung gesehen und noch besser beim Abstumpfen des Blutserum-Alkali durch Phosphorsäure. Es ist mir aber noch kein Mittel begegnet, welches so ausgezeichnet wirkt, wie das primäre Phosphat.

Was ist es nun, was dieses Salz hierzu befähigt, und welches ist die Aenderung, deren Eintritt im Blutserum diese merkwürdige Umwandlung in seinen Eigenschaften als Nährboden für Milzbrand hervorbringt?

Bringt man das primäre Calciumphosphat zum vollen Blutserum im Verhältniss von 1:200, so tritt in demselben zwar eine starke Opalescenz ein; das Blutserum bleibt aber vollkommen klar, das Salz ist also noch gelöst. Wird dagegen $Ca(H_2PO_4)_2$ zu gleich alkalischer Bouillon im Verhältniss von 1 : 200 hinzugesetzt, so scheidet sich ein sehr reichlicher flockiger Niederschlag aus, welcher am meisten Aehnlichkeit hat mit einem Eiweissniederschlag im Harn. Dieser Niederschlag in der Bouillon kann durch Einleiten von Kohlensäure vollständig aufgelöst und, wenn man die Kohlensäure durch starkes Kochen austreibt, von Neuem zum Ausfallen gebracht werden.

Verdünntes Blutserum (1:5 aq) löst noch beträchtliche Mengen des Salzes; wird das verdünnte Blutserum aber längere Zeit gekocht, so fällt ganz wie in der Bouillon ein reichlicher flockiger Niederschlag aus.

Danach kann es keinem Zweifel unterliegen, dass das volle Blutserum sich von Bouillon u. A. auch durch seinen reichlichen Kohlensäuregehalt auszeichnet, wie ja auch aus der Physiologie allgemein bekannt ist, (13) dass sehr viel locker gebundene und auspumpbare Kohlensäure im Blut und Blutserum gefunden wird (über 50 Volumprocent).

Nachdem nun C. Fränkel (14) die entwickelungshemmende Wirkung der Kohlensäure gegenüber Milzbrand gefunden hat, liegt es nahe genug, die vorhin mitgetheilten Beobachtungen so zu deuten, dass auch für die Kohlensäure das zutrifft, was wir für andere milzbrandschädigende Mittel gefunden haben, dass nämlich der Ausdruck für den Beginn der Schädigung die Beeinträchtigung und Verhinderung der Sporenbildung ist, dass bei weitergehender Schädigung Wachsthumsbehinderung, Aufhebung des Wachsthums und schliesslich Absterben der Milzbrandorganismen beobachtet wird, und dass es die Kohlensäure ist, welche im Blut-

serum die Sporenbildung bei der Beobachtung im hohlen Objectträger verhindert.[1]

Dass dieses Resultat nicht im Widerspruch steht mit meiner bisher in den Vordergrund gestellten Annahme betreffs der durch Titriren zu findenden Alkalescenz des Blutserums, kann am besten daraus ersehen werden, dass in neuerer Zeit die Physiologen aus dem Kohlensäuregehalt des Blutes und des Blutserums die Alkalescenz berechnen.

Es bleibt schliesslich noch die Frage zu erörtern, ob denn gerade das primäre Calciumphosphat ein so vorzügliches Mittel ist, die schädigenden Wirkungen der Kohlensäure im Blutserum zu eliminiren.

Dem ist nun in der That so. Wir haben mehrere Mittel, locker gebundene Kohlensäure zu beseitigen. Wir können sie u. A. durch stärkere Säuren austreiben und wir können sie in Form von unlöslichen kohlensauren Erdsalzen ausfällen.

Für unseren Zweck kommt es nun darauf an, dass das die Kohlensäure beseitigende Mittel nicht selbst eine schädigende Wirkung auf das Milzbrandwachsthum ausübt, und man wird deswegen im Zusatz von Salzsäure, Schwefelsäure, Oxalsäure, Phosphorsäure u. s. w. sehr vorsichtig sein müssen. Im Princip lässt sich aber auch bei diesen Mitteln zeigen, dass sie in der That den hier in Frage kommenden Zweck erfüllen. Ebenso werden die Erdhydrate, das Calciumhydrat, das Magnesium- und Bariumhydrat nur mit mässigem Erfolg anzuwenden sein, da sie im Blutserum eine beträchtliche milzbrandschädigende Wirkung ausüben.

Anders verhält es sich mit den Salzen und ganz besonders mit den phosphorsauren Salzen, von welchen wir wissen, dass sie eine kohlensäurebindende Kraft besitzen. Die Säurewirkung sowohl wie die Alkaliwirkung ist in ihnen abgestumpft; trotzdem aber haben sie die Fähigkeit, freie Kohlensäure zu binden, in sehr beträchtlichem Maasse.

Im Blutserum genügt nun die reichlich vorhandene Kohlensäure bei mässigem Zusatz von $Ca(H_2PO_4)_2$ (1:400), um dieses Salz in Lösung zu erhalten; bei 1:200, wo die Opalescenz beginnt, darf angenommen werden, dass freie Kohlensäure zu fehlen beginnt, und nun ist ein Wachsthumshinderniss für Milzbrand nicht mehr vorhanden. Gehen wir aber noch weiter im Zusatz von $Ca(H_2PO_4)_2$, so beginnt die schädigende Wir-

[1] Es ist bemerkenswerth, dass Gamaleia (11, S. 548) unter sehr vielen anderen Möglichkeiten, die bei der Immunität in Frage kommen, auch der Kohlensäure gedenkt, wie aus folgendem Citat hervorgeht. „N'oublions pas que l'acide carbonique qui sature les tissus pendant la fièvre, peut aussi jouer un rôle nuisible pour le développement de la bactéridie charbonneuse, et même qu'on peut lui attribuer à la rigueur quelques-uns des faits relatés dans ce chapitre." *(La théorie de la fièvre vaccinale.)*

kung dieses Salzes, bez. die Säurewirkung desselben; bei 1:100 wird die Sporenbildung mangelhaft; bei 1:50 hört jedes Wachsthum von Milzbrand auf. Die durch das primäre Calciumphosphat bedingte saure Reaction ist so bedeutend geworden, dass das Milzbrandwachsthum damit unverträglich ist.

III. Ueber einige Verschiedenheiten des Wachsthums bei Milzbrand von verschiedener Herkunft und von ungleicher Virulenz.

Die Milzbrandbacterien sind durch ihr Aussehen und durch die Eigenthümlichkeiten ihres Wachsthums so gut charakterisirt, wie kaum eine andere Bacterienart.

Untersucht man aber Milzbrand von verschiedener Herkunft, so lassen sich doch mancherlei Verschiedenheiten erkennen.

In ein und demselben Nährsubstrat, z. B. in derselben Bouillon, kann man bei einem Milzbrand Fäden mit grösseren und bei einem anderen mit geringerem Dickendurchmesser beobachten; die Fäden können sehr scharf doppelt contourirt aussehen oder nicht; ein Milzbrand wächst zu sehr langem zopfartigen Geflecht, ein anderer zu mehr langgestreckten Fäden aus, ein dritter bildet nur relativ kurze Fäden und zuweilen beobachtet man auch sehr frühzeitigen Zerfall in Stäbchen; eine Milzbrandsorte bildet sehr schnell typische Sporen, eine andere erst nach längerer Zeit und unregelmässig; eine dritte gar nicht; und diese Unterschiede sind nicht etwa zufällige, vielleicht davon abhängig, ob man von Agarcultur, aus frischer oder alter Gelatinecultur oder aus dem Blut von Thieren, welche an Milzbrand zu Grunde gingen, abimpft; man kann die verschiedenen Milzbrandformen ganz gleich behandeln, z. B. aus frischem Mäusemilzbrandblut in hohlen Objectträgern züchten und dort beobachten, ohne dass jene Unterschiede aufhören, deutlich erkennbar zu bleiben.

Nur ganz selten aber sind die Abweichungen von der typischen Milzbrandform so bedeutend, dass man bei genauer Beobachtung in Zweifel kommen könnte, ob man noch Milzbrand vor sich hat.

Derartige Unterschiede kommen beim virulenten Milzbrand und sie kommen auch beim abgeschwächten vor und es dürfen Schlüsse, die Virulenz betreffend, aus solchen Wachsthumsmodificationen ohne Weiteres nicht gezogen werden.

Aber ausser diesen mehr zufälligen Unterschieden giebt es bei verschiedenen Milzbrandsorten auch solche, welchen eine weitergehende Bedeutung zukommt.

Hierher gehören zunächst die von Flügge und seinen Schülern (8) mitgetheilten Differenzen zwischen virulentem und abgeschwächtem Milzbrand bezüglich der Widerstandsfähigkeit gegen gewisse antiseptische Mittel und bezüglich der Schnelligkeit des Wachsthums in gewissen Nährmedien.

Was die geringere Widerstandsfähigkeit abgeschwächten Milzbrands gegenüber chemischen Agentien betrifft, so kann ich dieselbe für die aus Flügge's hygienischen Institut stammenden Culturen bestätigen.

Ich untersuchte zunächst folgende Milzbrandsorten:

I. Virulenten Milzbrand aus dem hiesigen Institut.

II. Abgeschwächte Milzbrandsorten, und zwar

1. Deuxième vaccin von Pasteur stammend, durch Boutroux, Agenten von Pasteur, an Herrn Prof. Flügge übersandt.
   a) Agarcultur, welche ich nach Bonn durch Herrn Prof. Flügge zugeschickt erhielt.
   b) Agarcultur, welche Herrn Dr. C. Fränkel aus dem Breslauer hygienischen Institut durch Dr. Bitter zugesandt wurde.

2. Premier vaccin von Pasteur.
   a) Agarcultur von Flügge an mich verabfolgt,
   b) Agarcultur von Bitter an Dr. Fränkel geschickt.

III. Sporen an Seidenfäden angetrocknet, von Dr. Bitter an Dr. C. Fränkel geschickt.
   a) Durch 16tägige Einwirkung höherer Temperatur abgeschwächter Milzbrand.
   b) Durch 30tägige Einwirkung höherer Temperatur abgeschwächter Milzbrand.

I. Virulenter Milzbrand wächst schnell zu langem zopfartigen Fadengeflecht aus, die Fäden sind mässig dick und scharf contourirt; im Brütschrank bildet er nach weniger als 16 Stunden typische Sporen. An Seidenfäden angetrocknete Sporen von Kartoffelcultur werden nach Dr. C. Fränkel durch $1^0/_{00}$ Sublimatlösung nach 10 Minuten, durch 1procentige Höllensteinlösung nach 15 Minuten mit Sicherheit getödtet; durch 5procentige Carbolsäurelösung nach 30 Tagen noch nicht. Mäuse sterben nach 18 Stunden; Meerschweinchen und Kaninchen nach weniger als 48 Stunden.

II. 1. a) (deuxième vaccin, meine Agarcultur) enthält viel freie Sporen; dieselben sind nicht, wie beim virulenten Milzbrand, von stets derselben Grösse, glänzen auch weniger stark; meist sind sie grösser als

beim virulenten Milzbrand. Sporenfärbung (in heissem Carbolfuchsin) nehmen sie schlecht an. Ausser den Sporen enthält die Cultur sehr viel Stäbchen; dieselben sind auffallend dick, wie gequollen; sie enthalten nur selten Sporen. Neben den Stäbchen finden sich viel Involutionsformen.

In Bouillon wächst er zu langen Fäden mit starkem Dickendurchmesser aus; die Fäden haben die Neigung, bald in kürzere Stücke und in Stäbchen zu zerfallen.

Sporen werden nach 3 bis 4 Tagen, aber unregelmässig und unvollständig gebildet.

Mäuse tödtet dieser vaccin nach 24 bis 36 Stunden, Meerschweinchen nach 48 bis 72 Stunden. Die aus dem Blut dieser Thiere gezüchteten Culturen zeigen dieselben Wachsthumseigenthümlichkeiten.

II. 1. b) (Deuxième vaccin, Agarcultur — C. Fränkel). Die Agarcultur enthält noch reichlicher Involutionsformen und von der gewöhnlichen Grösse abweichende Sporen. Sporenfärbung gelingt schlecht oder gar nicht. Wachsthum in Bouillon im Uebrigen ähnlich wie bei II. 1. a. Sporenbildung habe ich trotz sehr zahlreicher Versuche mit verschieden zusammengesetzter und zur Sporenbildung sehr geeigneter Bouillon bisher nicht erzielen können. Auf Agarcultur werden Sporen nach 4 bis 6 Tagen unregelmässig und sehr unvollständig gebildet. Virulenz gleich II, 1, a.

Wie auf meine Anfrage Herr Dr. Bitter freundlichst mittheilte, ist die Geschichte dieses vaccins eine etwas andere als die des vorigen. Beide stammen von derselben Originalcultur; aber die an Herrn Dr. Fraenkel abgeschickte war aus einer $^{1}/_{4}$ Jahr alten Gelatinecultur auf Agar übergeimpft, während die meinige stets von Agar zu Agar geimpft worden war. Es ist schon lange vermuthet worden, dass langer Aufenthalt in Gelatinecultur die sporenbildende Fähigkeit beeinträchtigt; der hier mitgetheilte Fall ist eine interessante Bestätigung der Berechtigung jener Vermuthung.

II. 2. a) (Premier vaccin, meine Agarcultur). Die Cultur enthält viel freie Sporen, zum Theil in kurzen Stäbchen, meist aber frei sich befindend, und sehr viele Stäbchen ohne Sporen; wächst in Bouillon und Blutserum mässig schnell zu langen, auffallend dünnen Fäden aus, in denen man, und zwar in einem und demselben Faden, hier und da schärfer contourirte Glieder antrifft. Im Uebrigen ist der Contour der Fäden weniger scharf erkennbar als beim virulenten Milzbrand. Sporen werden im Brütschrank in geeigneter Bouillon ziemlich vollständig und regelmässig nach 3 bis 4 Tagen gebildet; der Dickendurchmesser der Sporen ist grösser als der des Fadens und die Fäden haben dann das Aussehen eines Rosenkranzes; in der Form möchte ich sie noch mit einem geronnenes Myelin enthaltenden Nervenfaden vergleichen. Auf Agar erfolgt das Wachsthum,

wenn die Alkalescenz des Agars nicht zu gross ist, ziemlich schnell; Sporen werden hier schon nach 48 Stunden gebildet. An Seidenfäden angetrocknete Sporen, welche mit Sicherheit wieder auskeimen, habe ich bisher nicht erhalten können. Die bis jetzt mit Seidenfäden geimpften Mäuse sind nicht an Milzbrand gestorben; durch Bouilloncultur werden Mäuse nach 4 bis 7 Tagen getödtet. Meerschweinchen sterben durch Infection mit Bouilloncultur nicht; dagegen ist von drei Meerschweinchen, die mit Mäusemilz geimpft wurden, eins nach 10 Tagen an Milzbrand gestorben.

II. 2. b) (premier vaccin von Agarcultur — C. Fränkel) verhält sich genau wie II. 2. a).

III. a) (16tägige Einwirkung höherer Temperatur) tödtet Mäuse von Agarcultur geimpft in 24 bis 48 Stunden; an Meerschweinchen bisher nicht geprüft; wächst wie III. b).

III. b) (durch 30tägige Einwirkung höherer Temperatur abgeschwächt) wächst in Bouillon zu langen, ziemlich dünnen Fäden aus; Sporenbildung erfolgt in typischer Weise, aber erst nach mehreren Tagen; tödtet Mäuse nicht, wenn sporenhaltige Seidenfäden von 3^{mm} Länge unter die Rückenhaut geschoben werden. Nachdem jedoch die Seidenfädchen in Bouillon gebracht waren und dann mit dem ausgekeimten Milzbrand unter die Haut geschoben wurden, erfolgte der Tod an Milzbrand bei einer Maus nach 3, bei einer anderen nach 5 Tagen; zwei Mäuse blieben am Leben.

Von diesen verschiedenen Milzbrandsorten verglich ich I., II. 1. a) und III. a) in folgender Weise.

Ich stellte mir solche Mischungen von Bouillon und Blutserum in Reagensgläsern mit den zu untersuchenden Mitteln her, von denen ich wusste, dass sie ein gutes Wachsthum von virulentem Milzbrand eben noch gestatten. Solche Mischungen waren:

Hydroxylamin als salzsaures Salz		1 : 2500
Salzsaures Chinin		1 : 2000
Carbolsäure		1 : 1000
Höllenstein		1 : 40000
Salzsäure	in Bouillon	1 : 2500 bis 1 : 3000
	in Blutserum	1 : 500
Natronlauge	in Bouillon	1 : 900
	in Blutserum	1 : 2500

Von jeder dieser Mischungen, von welchen die mit Bouillon hergestellten durch Aufkochen steril gemacht, eventuell auch noch vorher durch Filtriren von etwa entstandenen Niederschlägen befreit wurden, entnahm

ich nun eine Platinöse voll, brachte das Tröpfchen auf ein Deckglas, impfte mit virulentem Milzbrandblut und schloss das Deckglas in einen hohlen Objectträger ein, ein anderes Tröpfchen impfte ich mit Blut einer an deuxième vaccin gestorbenen Maus; ein drittes mit Blut von einer Maus, welche an 16tägig abgeschwächtem Milzbrand gestorben war.

Da zeigte sich nun ganz constant, dass der virulente Milzbrand nach 24stündigem Aufenthalt im Brütschrank reichlich gewachsen war, während der deuxième vaccin und der 16tägig abgeschwächte gar nicht oder nur ganz kümmerlich zum Auskeimen gekommen war. Sehr instructiv waren die Fälle, in welchen der deuxième vaccin keine Spur mehr von Wachsthum zeigte, der 16tägige Milzbrand gerade noch an der Impfstelle einen Strahlenkranz von Fäden zeigte, während der virulente Milzbrand durch das ganze Tröpfchen hindurch ein dichtes Filzwerk von Fäden gebildet hatte. Sehr bemerkenswerth ist es, dass nicht etwa gegen das eine der genannten Mittel der eine Milzbrand, gegen ein anderes der andere sich empfindlicher bewies, dass vielmehr ganz regelmässig der deuxième vaccin bei etwas geringeren Zusätzen des antiseptischen Mittels sein Wachsthum einstellte, als der 16tägig abgeschwächte.

Die anderen abgeschwächten Milzbrandsorten, den 30tägig abgeschwächten, den premier vaccin habe ich zwar auch geprüft und im Princip das gleiche Verhalten constatirt: aber um die Versuche einwandsfrei zu machen, schien es mir nothwendig, die Impfung mit ganz gleichem Infectionsmaterial vorzunehmen; als solches fand ich frisches Blut von Mäusen, die an den zu untersuchenden Milzbrandsorten gestorben waren, am geeignetsten; nun gelang es mir nicht zur gewünschten Zeit oder gar nicht, im Blut den premier vaccin zu bekommen, und die an Agar- und Bouillonculturen des premier vaccin gewonnenen Zahlen sind deshalb nicht so beweisend, wie die oben vom Milzbrandblut angegebenen, obwohl ihre Empfindlichkeit gegen antiseptische Mittel noch grösser ist als die des deuxième vaccin und des 16tägig abgeschwächten Milzbrandes. Das Gesammtresultat dieser Versuche aber lässt sich so ausdrücken:

In einer und derselben Bouillonmischung mit Salzsäure, Natronlauge, Carbolsäure, Höllenstein, salzsaurem Chinin, salzsaurem Hydroxylamin wächst zwar der virulente Milzbrand sehr gut, aber die von mir untersuchten abgeschwächten Formen kommen nur kümmerlich oder gar nicht zum Auswachsen. Die Widerstandsbreite derjenigen abgeschwächten Milzbrandformen, von welchen bisher die Rede war, erweist sich demnach gegenüber allen schädigenden chemischen Agentien als geringer, wie diejenige des virulenten Milzbrandes, und man könnte versucht sein, in der Herabsetzung der Widerstandsfähigkeit gegen antiseptische Mittel ein gutes Kriterium der geringeren Virulenz zu sehen. Bei meinen fort-

gesetzten Untersuchungen, auf welche ich später zurückkomme, hat sich aber gezeigt, dass dies nicht mehr, wenigstens nicht in vollem Umfange, für abgeschwächte Milzbrandformen gilt, welche ich aus dem hiesigen Institut erhalten habe.

Das zweite von Flügge-Smirnow gefundene Kriterium geringerer Virulenz, das langsamere Wachsthum, die geringere „Vermehrungsgeschwindigkeit", kann man im Allgemeinen gleichfalls bestätigt finden, namentlich wenn Bouillon oder Nährgelatine von der gewöhnlichen Zubereitung als Nährboden gewählt wird. In einigen Nährböden, namentlich solchen mit Agar hergestellt und durch Ammoniak alkalisch gemacht, konnte ich bemerkenswerthe Unterschiede in der Schnelligkeit des Wachsthums wenigstens in den ersten 24 Stunden nicht finden; aber auch in den gewöhnlichen Nährböden werden die Unterschiede mehr und mehr verwischt, je öfter man abgeschwächten Milzbrand durch den Organismus der Mäuse hat hindurchgehen lassen.

Vor allem aber kann deswegen geringere Wachsthumsgeschwindigkeit nicht als wesentliches diagnostisches Merkmal verminderter Virulenz angesehen werden, weil es abgeschwächten Milzbrand giebt, der auch dem bestwachsenden virulenten Milzbrand an Schnelligkeit des Wachsthums nichts nachgiebt. So habe ich von Hrn. Geheimrath R. Koch einen ganz abgeschwächten Milzbrand bekommen, der auch in grossen Mengen auf Mäuse verimpft, dieselben nicht tödtet, und welcher schneller wächst als der oben charakterisirte virulente Milzbrand, welcher auch eine Verminderung der Widerstandsbreite gegenüber antiseptischer Mitteln im Allgemeinen nicht erkennen lässt, der ferner — wenigstens in den ersten Tagen des Wachsthums — auch morphologisch keine merklichen Unterschiede vom virulenten Milzbrand zeigt. Die Fäden sind nicht auffallend dünn, und die Sporenbildung lässt, sowohl was die Schnelligkeit ihres Eintritts, als auch was ihre Regelmässigkeit und Vollständigkeit betrifft, nichts zu wünschen übrig.

Ebenso habe ich bei einem im hiesigen Institut sogenannten „Mäusemilzbrand" (I. Vaccin) nennenswerthe Unterschiede in morphologischer Beziehung nicht gefunden. Dagegen waren Unterschiede im Sinne der von Flügge mitgetheilten auch an den im hiesigen Institut in Sporenform vorhandenen Pasteur'schen Vaccins zu erkennen.

Vor der Hand stelle ich mir die Sache in folgender Weise vor. Es unterliegt keinem Zweifel, dass es abgeschwächten Milzbrand giebt, der morphologisch keine charakteristischen Unterschiede im Vergleich zum virulenten Milzbrand erkennen lässt. Ebenso zweifellos ist es aber auch, dass die Mehrzahl der abgeschwächten Milzbrandsorten im Aussehen, in der Schnelligkeit des Wachsthums und in der Widerstandsbreite Diffe-

renzen aufweist. Die Ursache für dies verschiedene Verhalten lässt sich vielleicht auf die verschiedenen Abschwächungsmethoden, bezüglich auf die Besonderheiten in denselben zurückführen. Vielleicht sind in der anderwärts ausgeführten Abschwächung durch Einwirkung erhöhter Temperatur nicht, wie im Reichsgesundheitsamt (15), die Culturen von Tag zu Tag abgeimpft, wodurch einer Schädigung in morphologischer Richtung durch zu langen Aufenthalt in derselben Culturflüssigkeit vorgebeugt wird.

Bei meinen vergleichenden Studien über virulenten und abgeschwächten Milzbrand bin ich nun auch auf Differenzen gestossen, welche ich bis jetzt ganz ausnahmslos gefunden habe.

Diese Differenzen bestehen in der verschiedenen chemischen Einwirkung, die vom virulenten und abgeschwächten Milzbrand auf die Beschaffenheit des Nährbodens ausgeübt wird. Die ersten Untersuchungen wurden mit den unter I, unter II. 1. a) und II. 2. a) charakterisirten Milzbrandsorten ausgeführt und ergaben Folgendes.

In Agar-Nährböden mit einer Alkalescenz = 15 ^{ccm} Normallauge im Liter wird das Wachsthum nicht nennenswerth beeinträchtigt, wenn so viel in heissem Wasser gelöste Rosolsäure hinzugesetzt wird, dass der Agar sehr deutlich roth gefärbt ist. An solchen durch Rosolsäure roth gefärbten Agarröhrchen, die mit virulentem Milzbrand geimpft wurden, zeigte sich, dass die ganze mit Milzbrandrasen bedeckte Fläche nicht bloss, sondern auch die tieferen Schichten und das Condensationswasser schon nach 24 stündiger Aufbewahrung im Brütschrank vollständig entfärbt wurden, während die Agarröhrchen mit Vaccins ihre rothe Farbe behielten. Die Rothfärbung beim deuxième vaccin (und beim 16 tägig abgeschwächten Milzbrand) liess in ihrer Intensität vielleicht noch eine geringe Abschwächung erkennen; die premier vaccins und der 30 tägig abgeschwächte aber liessen die Intensität der Rothfärbung ganz unverändert. Die Unterschiede fallen ohne Weiteres auf; sie werden aber, wenn man die Röhrchen gegen das Licht hält, so deutlich, dass man mit grosser Sicherheit an dieser Verschiedenheit der Färbung virulenten und den hier untersuchten wenig und stark abgeschwächten Milzbrand erkennen kann.

Es galt nun zunächst festzustellen, ob die Entfärbung der Rosolsäure durch den wachsenden virulenten Milzbrand ein Ausdruck für eine durch denselben producirte Säure ist. Von Mittheilungen aus der Literatur über den Einfluss des Milzbrandwachsthums auf die Reaction des Nährbodens sind mir nur wenige und zum Theil sich vollständig widersprechende bekannt geworden.

Die eine ist von Löffler in einem Vortrag, gehalten in der Gesellschaft für Heilkunde am 14. April 1887, gemacht worden, welcher sich in folgender Weise darüber ausspricht:

„Ich habe hier verschiedene Culturen von Milzbrandbacillen in Milch. Diese hier ist eine ungefärbte Cultur. Wir sehen in derselben, dass das Casein gefällt ist und nun von oben her langsam peptonisirt wird. In diesem Glase ist der Process schon etwas weiter gegangen; fast schon das ganze gefällte Casein ist peptonisirt. An den gefärbten Gläsern sehen Sie, dass die Reaction nicht verändert ist. Aus der blauen Farbe der Rahmschicht lässt sich vielmehr schliessen, dass die Reaction wohl schwach alkalisch geworden ist. Im Gegensatz dazu haben wir hier einen anderen Organismus, welcher nach den Untersuchungen von Emmerich in einem gewissen Antagonismus zum Milzbrand steht: das ist der Erysipelcoccus. An diesen beiden Gläsern erkennen Sie ganz deutlich, dass die blaue Farbe einer rothen Farbe Platz gemacht hat, ohne dass jedoch eine Gerinnung der Milch eingetreten wäre. Der Erysipelcoccus producirt eine Säure, die Milzbrandbacillen einen alkalischen Körper. Sollte dieses verschiedene Verhalten der beiden Organismen nicht von Bedeutung sein für ihren Antagonismus?“

Eine andere Mittheilung, von Gamaleïa herrührend, finde ich in einem soeben erschienenen Referat von H. Buchner wiedergegeben. Danach „zeigen die virulenten Culturen und die Vaccins (in der Milch) gleichmässig durchscheinende Kapseln; aber während die virulenten Bacillen die Milch binnen 3 Tagen zur Gerinnung bringen, fehlt die Gerinnung bei den Vaccins. Dementsprechend ist auch die Säurebildung und überhaupt die Entwickelung bei den virulenten Culturen am stärksten.“[1]

---

[1] Hiermit ist schwer vereinbar eine Bemerkung von Gamaleïa, die im Original (IV, S. 550) folgendermaassen lautet: „On s'expliquerait très bien ces phénomènes en admettant, que la bactéridie virulente a la propriété, comme telle, de former un poison produisant une exsudation plasmatique, et qui n'existe pas dans la bactéridie tuée . . . . Nous pouvons même faire un pas de plus et essayer de préciser la nature de cet agent toxique: On a le droit de penser que c'est un alcaloide, et qu'il est en même temps l'agent de la mort par le charbon.“

Weiterhin fand ich eine hierhergehörige werthvolle Mittheilung aus Nencki's Laboratorium von A. Dyrmont (16), welcher die Reaction von Milbrandculturen sauer fand. Er konnte in Culturen, die in grösserem Maassstabe angestellt waren, keine Spur von Milchsäure und auch keine flüchtigen Fettsäuren nachweisen. „Dagegen wurde in minimalen Mengen Bernsteinsäure isolirt und als solche durch Sublimation und Schmelzpunktbestimmung identificirt.

Schliesslich ist noch eine Mittheilung von H. Buchner (6, S. 405) von Interesse, welcher bei seinen Umzüchtungsversuchen bei nicht virulentem Milzbrand, bez. bei Heubacillen, Ammoniakbildung fand.

Während demnach Löffler in der Milch Alkaliproduction findet, kommt für dasselbe Nährsubstrat Gamaleïa zu dem Resultat, dass in Milzbrandculturen Säurebildung stattfindet; und es war mir dieser Widerspruch eine weitere Aufforderung, in der Beurtheilung der durch virulenten Milzbrand am Rosolsäure-Agar erzeugten Entfärbung vorsichtig zu sein.

Um zu einem bestimmten Resultat zu kommen, habe ich nun zunächst an Stelle der Rosolsäure eine besonders empfindliche, genau nach Berthelot-Fleurien (12) frisch hergestellte Lackmustinctur als Indicator der Reaction im Agar gewählt.

An diesem Lackmus-Agar lässt sich der Uebergang der ursprünglich tiefblauen Farbe in einen violetten Farbenton schon nach 24stündigem Wachsthum von virulentem Milzbrand deutlich erkennen und an den folgenden Tagen wird die Farbe mehr und mehr röthlich. Schon hieraus durfte ich schliessen, dass in der That der wachsende virulente Milzbrand auf meinem Agar Säure producirte.

Das wird aber zur vollen Sicherheit durch die im Folgenden mitzutheilenden quantitativen Bestimmungen bei flüssigen Nährsubstraten.

Nach mancherlei Vorversuchen mit Bouillon und Blutserum habe ich folgende Versuchsanordnung für meine Zwecke am meisten bewährt gefunden.

Ich beschickte sterilisirte Erlenmeyer'sche Kölbchen, welche sehr breiten Boden haben, mit genau je 50 ^{ccm} einer Mischung von 5 ^{ccm} sterilem Blutserum in 45 ^{ccm} sterilisirtem Wasser und impfte mit zwei Oesen Blut einer eben an Milzbrand gestorbenen Maus.

Solcher Kölbchen hatte ich je zwei in den Brütschrank gestellt am 3./I., am 5./I. und am 7./I. d. J.

Jedes dieser Kölbchen enthielt 5 ^{ccm} Rinderblutserum mit einem Alkaligehalt von 0·0007 Natronlauge in 1 ^{ccm} = 0·07 % Natronlauge = 17·5 ^{ccm} $^1/_{10}$ Normallauge im Liter; der ursprüngliche Gesammtalkaligehalt, welcher mit Rosolsäure in dieser Verdünnung mit genügender Schärfe bestimmt werden kann, betrug demnach für jedes Kölbchen 0·0875 ^{ccm} Normallauge = 0.875 $^1/_{10}$-Normallauge.

Am 8./I. titrirte ich nun mit $^1/_{10}$ Normalsalzsäure und fand den Alkaligehalt

in einem Kölbchen vom 3./I. = — 0·2 ^{ccm} $^1/_{10}$ Normallauge

Die Blutserummischung war sauer geworden!

in einem Kölbchen vom 5./I. = 0·05 ^{ccm} $^1/_{10}$ Normallauge

" " " " 7./I. = 0·1 ^{ccm} "

Am 3./I. hatte ich ausserdem einen Literkolben mit 250 ccm einer Mischung von 50 ccm Blutserum und 200 ccm Wasser angesetzt, geimpft und in den Brütschrank gestellt.

Der Gesammtalkaligehalt betrug ursprünglich also 50 × 0·0175 = 0·875 Normallauge = 8·75 $^1/_{10}$ Normallauge.

Am 7./I. fand ich den Gehalt nur noch zu 0·15 $^1/_{10}$ Normallauge.

Vergleichen wir nun das Ergebniss dieser Bestimmungen, so zeigt sich, dass überall eine beträchtliche Abnahme der Alkalescenz stattgefunden hat, und zwar für den

24 Std.	gewachsenen	Milzbrand	0·68 ccm	$^1/_{10}$	Normallauge	=	1·35 ‰	Normallauge,
3 Tage	„	„	0·73 „	„	„	=	1·46 „	„
4 „	„	„	8·65 „	„	„	=	1·73 „	„
Grosser Kolben								
5 Tage	„	„	1·08 „	„	„	=	2·16 „	„

In absoluter Zahl, auf Oxalsäure berechnet, würde danach die Säureproduction des 5 Tage gewachsenen virulenten Milzbrandes ca. 0·13 grm Oxalsäure in 100 ccm Blutserum betragen, welches mit 9 Theilen Wasser (1:10) verdünnt ist; in 24 Stunden fast 0·1 grm Oxalsäure.

Die späteren Versuche wurden mir sehr erleichtert, als ich durch Hrn. Geh.-R. Koch erfuhr, dass man Blutserum, welches mit 9 Theilen Wasser verdünnt ist, durch Kochen sterilisiren kann, ohne dass es seine Durchsichtigkeit verliert. Ja selbst im Verhältniss von 1:5 verdünnt, bleibt es nach dem Kochen noch vollständig klar.

Die ziemlich zahlreichen Versuche, welche ich dann an sterilisirtem verdünnten Blutserum angestellt habe, ergaben fast genau die eben genannten Zahlen; durch stärkere Concentration der Nährflüssigkeit bezw. Vermehrung des Alkaligehaltes wird die Säureproduction nicht merklich befördert; ferner haben Culturversuche, die über mehrere Wochen fortgesetzt wurden, ergeben, dass in der Regel zwischen dem 3. bis 5. Tage das Maximum der Säureproduction erreicht ist.

Mit dem virulenten Milzbrand habe ich auch andere Mikroorganismen in Bezug auf die säurebildende Fähigkeit verglichen, und ich habe gefunden, dass unter den als pathogen geltenden Organismen die Milzbrandbacillen in dieser Richtung ziemlich isolirt dastehen. Nur der Friedländer'sche Pneumoniecoccus zeichnet sich durch eine ganz enorme säurebildende Kraft aus, welche allerdings die des Milzbrands um ein Mehrfaches übertrifft.

Während nun der virulente Milzbrand durchschnittlich 15 ccm $^1/_{10}$ Normalsäure im Liter in 2 bis 3 Tagen bildet, habe ich für die Pasteur'schen Vaccins II. 1. a) und II. 2. a) die Säurebildung sehr viel geringer gefunden; die höchste Zahl für den II. Vaccin war 5 ccm $^1/_{10}$ Normalsäure

im Liter, für den I. Vaccin liess sich eine Abnahme der Alkalescenz der Nährflüssigkeit überhaupt nicht nachweisen.

Etwas anders gestaltete sich das Untersuchungsresultat, als ich aus dem hiesigen hygienischen Institut einen ganz abgeschwächten Milzbrand und einen sogenannten „Mäusemilzbrand", beide sehr schnell wachsend, in meine Untersuchung hineinnahm. Die mit der Abschwächung quantitativ abnehmende Säurebildung liess sich zwar auch mit Sicherheit nachweisen; aber eine andere Differenz trat hier in den Vordergrund, die ich bei den oben beschriebenen, langsamer wachsenden Vaccins zuerst gar nicht beachtet hatte.

Züchtet man virulenten und ganz abgeschwächten Milzbrand auf alkalischem Lackmusagar, so fällt in den ersten 24 Stunden bei dem ersteren der Uebergang der blauen Farbe in einen violett-röthlichen Farbenton auf. Dieser ist auch beim abgeschwächten Milzbrand erkennbar, aber viel weniger deutlich, dagegen macht sich eine Erscheinung bemerkbar, die der virulenten Milzbrandcultur fehlt: Das Condensationswasser und der untere Theil des Nährbodens zeigt deutliche Entfärbung an; in 48 Stunden ist diese Veränderung noch viel mehr ausgesprochen, und in 3 bis 5 Tagen findet man den grössten Theil des Nährbodens gänzlich entfärbt; nur die obersten Partien der schrägen Agarfläche lassen die blaue Lackmusfarbe noch gut erkennen. Es ist dies eine Veränderung des Lackmusfarbstoffes, wie man sie sehr schön beim Staphylococcus aureus beobachten kann, und wie ich sie ganz besonders stark ausgeprägt fand bei einigen Organismen, die in eitrigen Sputis vorkommen. Auch die Rosolsäure wird durch den schnell wachsenden, ganz abgeschwächten Milzbrand entfärbt (wahrscheinlich durch Bildung des Reductionsproductes, der Leukorosolsäure).

Nach längerem Wachsthum von virulentem Milzbrand kann man in geringerem Grade auch bei diesem ausser der Säurereaction des Lackmusagar die Entfärbung wahrnehmen, welche wahrscheinlich als Reductionswirkung aufzufassen ist. Aber der Unterschied zwischen virulentem und zwischen abgeschwächtem Milzbrand ist quantitativ so bedeutend, dass voraussichtlich hierin ein gutes diagnostisches Merkmal wird gewonnen werden.

Virulentem und abgeschwächtem Milzbrand kommen demnach säurebildende und Lackmusfarbstoff entfärbende (wahrscheinlich reducirende) Fähigkeiten zu. Aber die Säurebildung nimmt um so mehr zu, je virulenter der Milzbrand ist, die lackmusentfärbende Fähigkeit dagegen nimmt um so mehr zu, je abgeschwächter der Milzbrand ist.

Meine weiteren Studien sind darauf gerichtet zu untersuchen, inwieweit hierdurch wesentliche Unterschiede zwischen virulentem und abgeschwächtem Milzbrand zum Ausdruck kommen, und zu versuchen, hiervon ausgehend differentialdiagnostische Merkmale durch eine zweckmässige und praktisch brauchbare Methode leicht erkennbar zu machen.

Von ganz verschiedenen Punkten ausgehend habe ich versucht, einige den Milzbrand und seine Virulenz betreffende Fragen in Angriff zu nehmen; man erkennt aber leicht, dass durch die Endresultate ein Zusammenhang zwischen den vorliegenden Arbeiten hergestellt wird.

Das Titriren des Blutserums von Thieren mit verschiedener Empfänglichkeit für Milzbrand hatte ein Plus der Alkalescenz zu Gunsten weniger empfänglicher Thier ergeben. Der Grad der Alkalescenz kann im Blutserum soweit gehen, dass das Wachsthum von Milzbrand unmöglich wird.

Die Nachforschung nach einem oder mehreren basischen Körpern, die an sich im Blutserum und Blut der lebenden Thiere im Stande wären, das Milzbrandwachsthum zu verhindern, haben bisher ein negatives Resultat ergeben; dagegen hat sich — wenigstens für das Blutserum — zeigen lassen, dass die mehr oder weniger günstige Beschaffenheit als Nährboden abhängig sein kann von der Menge der Kohlensäure und so indirect von dem Grade der Alkalescenz.

Die Annahme, dass der virulente Milzbrand durch seine grössere Säureproduction die Wachsthumswiderstände, welche im Blut der lebenden Thiere in der Alkalescenz und der Kohlensäure gegeben sind, leichter überwindet als abgeschwächter Milzbrand, liegt nahe, bleibt aber noch näher zu begründen.

Welche Bedeutung endlich diejenige chemische Wirkung abgeschwächten Milzbrands besitzt, die in der Entfärbung des Lackmusfarbstoffs ihren Ausdruck findet, darüber wage ich zur Zeit eine Vermuthung noch nicht auszusprechen.

Litteratur-Verzeichniss.

1. Behring, Der antiseptische Werth der Silberlösungen. *Deutsche medicin. Wochenschrift.* 1887. Nr. 37 u. 38.

2. Derselbe, Ueber Quecksilbersublimat in eiweisshaltigen Flüssigkeiten. *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde.* 1888. Nr. 1 u. 2.

3. Derselbe, Ueber die Ursache der Immunität von Ratten gegen Milzbrand. *Centralblatt für klinische Medicin.* 1888. Nr. 38.

4. Derselbe, Ueber den antiseptischen Werth des Creolins und Bemerkungen über die Giftwirkung antiseptischer Mittel. *Deutsche militär-ärztliche Zeitschrift.* 1888. Nr. 10.

5. R. Koch, Die Aetiologie der Milzbrandkrankheit, begründet auf die Entwickelungsgeschichte des Bacillus anthracis. F. Cohn's *Beiträge zur Biologie der Pflanzen.* 1877. Bd. II. S. 284.

6. H. Buchner, Ueber die experimentelle Erzeugung des Milzbrandcontagiums aus den Heupilzen. *Nachtrag zu der Sitzung der math.-physik Classe.* Vom 7. Febr. 1880. München.

7. K. B. Lehmann, Ueber die Sporenbildung bei Milzbrand. *Separ.-Abdruck.* (Nach einem Vortrag, gehalten am 17.|V. 1887 in der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München.)

8. C. Flügge, Studien über die Abschwächung virulenter Bacterien und die erworbene Immunität. *Diese Zeitschrift.* 1888. Bd. IV. Hft. 2.

9. G. Smirnow, Ueber das Wesen der Abschwächung pathogener Bacterien. *Diese Zeitschrift.* 1888. Bd. IV. Hft. 2. S. 252—260.

10. Löffler, Ueber Bacterien in der Milch. *Berliner klinische Wochenschrift.* 1887. Nr. 34.

11. Gamaleïa, Étude sur la vaccination charbonneuse. *Annales de l'Institut Pasteur.* 1888. Nr. 10. S. 517. — Referat von H. Buchner. *Centralblatt f. Bacteriologie und Parasitenkunde.* 1889. Hft. 1.

12. Hoppe-Seiler, *Handbuch der physiol. Analyse.* 5. Aufl.

13. Hermann's *Handbuch der Physiologie.* II. Theil. — N. Zuntz, Blutgase und respiratorischer Gaswechsel. 1882. S. 64 ff.

14. C. Fränkel, Die Einwirkung der Kohlensäure auf die Lebensthätigkeit der Mikroorganismen. *Diese Zeitschrift.* Bd. V.

15. *Mittheilungen aus dem Reichsgesundheitsamt.* Bd. II.

16. Richard Maly, Ueber das Basensäureverhältniss im Blutserum und anderen thierischen Flüssigkeiten. *Sitzungsberichte der Wiener Akademie.* 1885. Bd. III. S. 314—329 und *Jahresberichte über die Fortschritte der Thierchemie.* 1888. Bd. XII. S. 144—145. (Referat von N. Zuntz.)

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Ueber einen neuen Kapsel-Bacillus.

Von

Dr. Pfeiffer,
Stabsarzt.

(Hierzu Taf. I.)

Bei der Section eines Meerschweinchens, welches spontan gestorben war, fand sich in der Bauchhöhle ein reichliches, eiterartiges Exsudat, welches die nur wenig gerötheten Eingeweideschlingen bedeckte und bei der Berührung mit dem Skalpell eine eigenthümliche zähe Beschaffenheit zeigte, so dass es mit Leichtigkeit in langen Fäden ausgezogen werden konnte. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass es sich nicht um wahren Eiter handelte, sondern dass diese zähe eiterartige Flüssigkeit die Reincultur eines durch seine sehr charakteristische Form sofort auffallenden Bacillus darstellte. Da die gleichen Mikroorganismen auch in überaus grosser Anzahl im Blute des betreffenden Thieres anzutreffen waren und man somit annehmen musste, dass es sich mit grösster Wahrscheinlichkeit um eine pathogene Bacterienart handele, so wurden sofort Versuche gemacht, diese Bacterien in Reincultur zu gewinnen und ihr biologisches Verhalten innerhalb und ausserhalb des Thierkörpers genauer zu studiren. Im Verfolg dieser Versuche ergaben sich folgende Resultate:

Der fragliche Mikroorganismus ist ein wohl charakterisirter Bacillus von ziemlich plumper Form mit abgerundeten Enden. Die Einzelindividuen, welche meist zwei- bis dreimal so lang als breit sind, findet man nicht selten zu zwei oder drei fadenförmig an einander gereiht. Nicht selten zeigen sich auch längere Fäden, bei denen eine Trennung in Einzelindividuen nicht sichtbar ist.

In gefärbten Trockenpräparaten gewahrt man um diese Bacillen ausnahmslos sehr schön ausgebildete, ovale Kapseln, deren Breitendurchmesser den der Bacillen um das Drei- bis Fünffache übertreffen kann. Fadenförmig an einander gereihte Bacillen haben eine gemeinsame Kapsel mit gleichförmigem, nicht eingeschnürtem Contour.

Durch Tinction mit heissen wässerigen Fuchsin- oder Gentianaviolettlösungen vermag man die Kapseln so intensiv zu färben, dass sie die Bacillen völlig verdecken. Durch vorsichtige Entfärbung mit schwacher Essigsäure erhält man dann sehr instructive Bilder, in denen die Kapseln in hellrother oder schwach violetter Farbe die stark tingirten Bacillen umgeben und so von dem helleren Hintergrunde sich deutlich als selbstständige Gebilde abheben.

Wegen dieser hervorstechenden morphologischen Eigenschaft schlage ich vor, den eben beschriebenen Mikroorganismus als Bacillus capsulatus zu bezeichnen. Durch die Gram'sche Färbemethode entfärbt sich der Kapselbacillus.

Im hängenden Tropfen ist von der Kapsel meist nur eine schwache Andeutung sichtbar. Eigenbewegung ist nicht zu constatiren.

Der Kapselbacillus lässt sich leicht ausserhalb des Thierkörpers in allen bekannten Nährsubstraten cultiviren. Er wächst üppig in Gelatine auf Agar-Agar, in Bouillon, auf der Kartoffel. Anf Agar bildet er schon innerhalb 24 Stunden bei Körpertemperatur (37° C.) dicke saftige Ueberzüge von rein weisser Farbe, die deutlich fadenziehend sind und bei makroskopischer Betrachtung den bekannten Agarculturen des Micrococcus Tetragenus zum Verwechseln ähnlich sehen. In der Gelatineplatte bemerkt man bei Zimmertemperatur die ersten Spuren der Colonieen schon nach 24 bis 36 Stunden. Im weiteren Wachsthum stellen sich die tief gelegenen Colonieen als höchstens stecknadelkopfgrosse, meist etwas oval gestaltete weisse Punkte dar, die unter dem Mikroskop ein feinkörniges, wenig charakteristisches Gefüge zeigen, während die oberflächlichen Colonieen als porzellanartig weisse, flachkugelige gewölbte Knöpfchen bis zur Linsengrösse heranwachsen. Im Gelatinestichculturen entwickeln sich die Bacillen gleichmässig im ganzen Verlaufe des Stichcanales und breiten sich auch an der Oberfläche als flachgewölbte, glänzend weisse, rundlich begrenzte Auflagerungen aus, so dass das vom Friedländer'schen Pneumoniebacillus bekannte Bild der sogenannten Nagelculturen entsteht.

Eine Verflüssigung oder Verfärbung der Gelatine wird dabei nie bemerklich. Die Kapselbacillen gehören zu den facultativ anaëroben Bacterien. Vertheilt man sie im Reagenzröhrchen gleichmässig in einer recht hohen Gelatineschicht, so gedeihen die Colonieen durch die ganze Dicke der Gelatine völlig gleich gut. Gleichzeitig tritt bei dieser Versuchs-

anordnung die Eigenschaft der Bacillen deutlich hervor, Gas zu bilden, indem der Gelatinecylinder durch zahlreiche Luftblasen zersprengt wird. Das entstehende Gas hat keinen ausgesprochenen Geruch.

Auf der Kartoffel wächst der Kapselbacillus als feuchtglänzender, gelblich weisser Ueberzug von zäher, fadenziehender Beschaffenheit.

Anzeichen echter Sporenbildung wurden nicht aufgefunden.

Sehr pathogen ist der Kapselbacillus für weisse Mäuse und Hausmäuse, welche nach Impfung in das Unterhautzellgewebe der Schwanzwurzel mit Sicherheit in zwei- bis dreimal 24 Stunden sterben. Es scheint, als ob bei mehrfacher Ueberimpfung von Maus zu Maus die Virulenz des Kapselbacillus nicht unbedeutend sich erhöht; wenigstens starben, nachdem die Bacillen fünfmal den Mausorganismus passirt hatten, eie geimpften Mäuse etwa zur Hälfte schon nach 24 Stunden, selbst wenn nur sehr geringe Mengen bacillenhaltigen Blutes in die Schwanzwurzel eingeimpft wurden. Die mit dem Kapselbacillus inficirten Mäuse lassen die ersten Krankheitserscheinungen etwa 10 bis 12 Stunden vor dem Tode erkennen. Die betreffenden Thiere verlieren die Fresslust, sitzen eigenthümlich zusammengekrümmt mit geschlossenen und leicht verklebten Augen da und zeigen eine auffällig tiefe und deutlich verlangsamte Athmung. Das Sectionsergebniss bietet manches Charakteristische. Sofort nach Ablösung der Bauchhaut fällt eine beträchtliche Füllung aller sichtbaren Blutgefässstämme auf, so dass man die mit Blut prall ausgestopften Hautvenen wie an einem künstlichen Injectivpräparate bis in ihre feineren Verzweigungen verfolgen kann. Die Lymphdrüsen der Achselhöhlen und der Schenkelbeugen sind beträchtlich, bis zur Linsengrösse geschwollen und haben eine grauröthliche Farbe. Nach Eröffnung der Bauchhöhle zeigen sich die Därme ganz blass und mit einem dünnen, kaum sichtbaren glasigen Ueberzug bedeckt, der sich hauptsächlich durch seine fadenziehende Beschaffenheit verräth. Leber und Nieren sind sehr blutreich, sonst an frischen Cadavern wenigstens nicht verändert.

Die Milz ist stets beträchtlich geschwollen und von dunkelrother Farbe, hin und wieder findet man sie mit rundlichen stecknadelkopfgrossen, grauweissen Herden durchsetzt. In der Brusthöhle ist die Oberfläche der sonst normal aussehenden Lungen mit dem schon erwähnten dünnen glasigen Ueberzug bedeckt. Das Herz ist durch Blut stark ausgedehnt. Das Blut selbst bietet in der grossen Mehrzahl der Fälle die besondere Eigenthümlichkeit, dass es mit dem Platindraht berührt sich in Fäden ausziehen lässt. An der Impfstelle gewahrt man eine sulzige Durchtränkung des Gewebes von geringem Umfange.

Das Mikroskop zeigt, dass der gesammte Körper der Maus von dem Kapselbacillus vollständig durchwachsen ist. Das Blut, alle Organe, der

Inhalt der Pleuren und des Peritoneums, das Exsudat an der Impfstelle sind dicht erfüllt mit diesen Mikroorganismen und die so auffallende fadenziehende Beschaffenheit des Blutes und aller Körpersäfte erweist sich bedingt durch die Unzahl der enorm entwickelten, gallartig schleimig gequollenen Kapseln. Auf Schnitten durch Leber, Milz und Nieren zeigen sich alle Gefässe angefüllt mit den Bacillen, deren Kapseln auch in den Schnittpräparaten bei geeigneter Färbung, wozu sich am besten die Löffler'sche Methylenblau-Lösung eignet, hervortreten.

Auch für Meerschweinchen und Tauben ist der Kapselbacillus pathogen; jedoch gelingt bei diesen beiden Thierspecies die Infection nur vom Peritoneum aus. Bei Meerschweinchen genügt die Injection eines Tropfens einer 24 Stunden alten Bouilloncultur des Kapselbacillus, um das Thier mit Sicherheit in 24 bis höchstens 36 Stunden zu tödten. Tauben bedürfen etwas grösserer Quantitäten, die aber $^{1}/_{2}$ ccm nicht zu überschreiten braucht. Krankheitsbild und Sectionsergebnisse zeigen grosse Verwandtschaft mit den bei der Maus beschriebenen Zuständen. Nur findet man dem veränderten Impfmodus entsprechend in der Bauchhöhle grössere Mengen eines grauweissen, zähflüssigen und fadenziehenden Exsudates, das ausschliesslich aus Bacillen mit sehr spärlichen Eiterkörperchen besteht. Bei Meerschweinchen treten ferner die Bacillen in ungeheurer Menge im Blute auf, während das Blut bei Tauben sie nur ganz vereinzelt enthält.

Kaninchen reagiren weder auf subcutane noch intraperitoneale Impfung, sterben aber, wenn man nicht zu kleine Mengen einer Bouilloncultur der Kapselbacillen in die Blutbahn bringt. Kleinere Mengen bis zu $^{1}/_{2}$ ccm machen die Thiere zwar deutlich krank, werden aber meist überstanden. Nach Einspritzung von 1 ccm der Cultur in die Ohrvene werden schon nach kurzer Zeit die Athemzüge auffällig tief und etwas verlangsamt. Die Thiere hören auf zu fressen, werden matt und sterben im Laufe weniger Stunden. Bei der Obduction ist die enorme Ueberfüllung aller venösen Gefässe auffällig, desgleichen ist das Herz durch Blut prall ausgedehnt. Die Milz, Leber und Nieren sind von dunkler Farbe und sehr blutreich, die Lungen sind anscheinend nicht verändert, haben aber oft ein sehr blasses Aussehen, im übrigen bietet bei frischen Cadavern der Sectionsbefund nichts Besonderes. Mikroskopisch constatirt man im Blut, in Ausstrichpräparaten der drüsigen Organe und im Inhalt der Pleuren und des Peritoneums überaus zahlreiche Kapselbacillen. Wie man sich an Schnittpräparaten überzeugen kann, liegen die Bacillen dicht gedrängt in den Capillaren, bilden aber auch grössere Anhäufungen in den Venen. Besonders stark ist die Anfüllung aller Capillaren und Venen mit Bacterien in den Lungen, wo anscheinend beträchtliche Abschnitte des Gefässsystems durch die fest aneinander geballten Mikroorganismen verstopft sind.

Bemerkenswerth ist die rasche postmortale Zersetzung der von dem Kapselbacillus getödteten Thiere. Schon 16 bis 20 Stunden post mortem findet man die Organe morsch, leicht zerreisslich, wie gekocht; dabei verbreitet der Cadaver einen eigenthümlich unangenehmen Geruch, der jedoch von dem specifischen Fäulnissgeruch sehr verschieden ist. In einem Falle, wo ein intravenös inficirtes Kaninchen 15 Stunden post mortem bei Zimmertemperatur gelegen hatte, zeigte sich das Herz gewaltig ausgedehnt durch eine grosse Gasblase von mindestens 1 ccm Inhalt. Zahlreiche kleinere Gasblasen durchsetzten das morsche Parenchym der Milz und der Nieren. Das Mikroskop wies auch hier überall nur den Kapselbacillus nach, so dass an eigentliche Fäulniss nicht gedacht werden kann.

Versuche, durch vorherige Impfungen Meerschweinchen immun zu machen, blieben ohne Erfolg. Wie schon früher erwähnt, starben Meerschweinchen nach subcutaner Impfung nicht, acquiriren jedoch an der Impfstelle eine mehr weniger starke Infiltration, die entweder sich spontan zurückbildet, oder auch den Ausgang in Gewebsnekrose und Eiterung nehmen kann. Im letzteren Falle lassen sich in dem entstehenden Eiter noch lange Zeit 10 bis 14 Tage die Kapselbacillen nachweisen, allerdings gemischt mit anderen nachträglich eingedrungenen Bacterien. In jedem Falle erlagen trotzdem Meerschweinchen, welche eine subcutane Impfung durchgemacht hatten, prompt der intraperitonealen Infection.

Am meisten Aehnlichkeit seinem gesammten biologischen Verhalten nach hat der eben beschriebene Kapselbacillus mit dem Friedländer'schen Pneumoniebacillus, doch unterscheidet er sich im mikroskopischen Bilde durch die Grösse und schöne Ausbildung der Kapseln, durch das Vorwiegen längerer und das fast vollständige Fehlen kokkenartiger Wuchsformen. Ferner sind auch seine pathogenen Eigenschaften entschieden deutlicher ausgesprochen. So vermag der Friedländer'sche Bacillus, wie ich mich durch Controlversuche überzeugt habe, Mäuse bei subcutaner Impfung nicht zu tödten. Meerschweinchen erliegen vom Peritoneum aus stets dem Kapselbacillus, während nach Friedländer's eigenen Angaben der gleiche Impfmodus mit dem Pneumoniebacillus etwa in der Hälfte der Fälle keinen Erfolg hatte.

Unschwer ist auch die differentielle Diagnose zwischen dem Passet'schen Pseudopneumoniebacillus und dem Kapselbacillus; schon die Angabe Passet's, dass seine Bacterien exquisite Aërobien sind mit ausgesprochenem Oberflächenwachsthum, sichert die Unterscheidung. Schliesslich ist hier nochmals als differential diagnostisches Merkmal, das meines Wissens keinem bekannten Mikroorganismus zukommt, die besondere Eigenthümlichkeit des Kapselbacillus hervorzuheben, den Gewebssäften und dem Blute eine fadenziehende Beschaffenheit zu geben.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. I.)

Photogramm I. Cultur des Kapselbacillus auf Agar-Agar in natürl. Grösse.

Photogramm II. Herzblut eines intraperitoneal geimpften Meerschweinchens. Fuchsinfärbung. Vergrösserung 1000 : 1.

Photogramm III. Peritonealexsudat des gleichen Meerschweinchens. Fuchsinfärbung. Vergrösserung 1000 : 1.

Photogramm IV. Schnitt durch die Leber desselben Meerschweinchens. Färbung mit Löffler'scher Lösung. Vergrösserung 500 : 1.



Fig. 3.

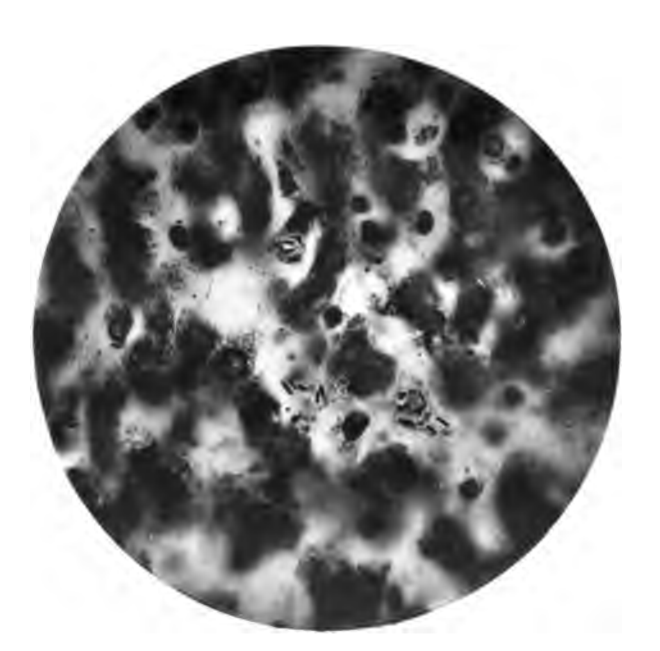


Fig. 4.

Verlag Veit &

Glacédruck von J. B.



Fig. 1.



Fig. 2.

... Leipzig.

...ster, München.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Ueber Creolin.

Von

Th. Weyl.

Unter der Bezeichnung „Creolin“ kommen seit einiger Zeit zwei Präparate in den Handel, von denen das eine — Jeyes' (Pearson's) Creolin — auf Grund recht ausgedehnter Versuchsreihen als ein unter gewissen Umständen brauchbares Desodorans, Desinficiens und Antiparasiticum sich erwiesen haben soll, während über das zweite Präparat — Artmann's Creolin — wissenschaftliche Untersuchungen noch durchaus zu fehlen scheinen.

Die folgenden Studien, für welche mir durch die Gefälligkeit der Herren Artmann und Pearson Originalpräparate zur Verfügung standen, werden zeigen, dass die beiden Creoline nicht viel Weiteres gemein haben als den Namen, und dass sie sich in Zusammensetzung und Wirkung auf das Wesentlichste von einander unterscheiden.

1. Zusammensetzung.

Artmann's Creolin kommt als eine dunkelbraune, ölige, scharf, aber nicht übelriechende syrupöse Flüssigkeit in den Handel. Nach längerem Stehen, namentlich bei niederer Temperatur, setzen sich aus derselben weisse harte Krystalle ab, die sich als aus Naphtalin[1] bestehend erwiesen.

[1] Der Nachweis des Naphtalins wurde auf folgende Weise geführt. Die Krystalle schmolzen nach mehrmaligem Umkrystallisiren aus möglichst verdünntem Alkohol bei 79 bis 80°, sie waren sublimirbar und sotten unzersetzt bei 216 bis 218°. (Faden fast ganz im Dampf.) Auch beim Stehen einer mit verdünnten Schwefelsäure angesäuerter Creolin-Emulsion wurden Naphtalinkrystalle ausgeschieden.

Es ist in Wasser kaum löslich, bildet aber mit demselben eine Emulsion von der Farbe des Milchkaffees. Namentlich die 2procentige Emulsion ist recht haltbar und scheidet erst nach längerem Stehen einen braunen Satz ab. Das Präparat löst sich vollständig und zwar ziemlich leicht in Chloroform, Alkohol und einem Gemisch gleicher Volumina Aether und Alkohol, während es in Aether nur zum kleinsten Theile löslich ist.[1]

Boraxlösung von 3 Procent und Seifenlösungen verschiedener Concentration nehmen Artmann's Creolin nicht viel leichter auf als Wasser. Mit dem gleichen Volum Glycerin wird eine schwerflüssige Salbe erhalten. Natronlauge mischt sich mit dem gleichen Volum Creolin nur schwierig, Ammoniak löst nicht besser als Wasser, verdünnte Mineralsäuren scheiden ein schweres braunes Oel ab.

Nitrobenzol, welches nach einer Zeitungsannonce in Artmann's Creolin gefunden sein soll, liess sich nicht nachweisen. Zur Prüfung darauf versetzte ich eine wässerige oder alkoholische Creolinlösung mit Eisenfeile und Salzsäure, digerirte das Gemisch 3 bis 4 Stunden auf dem Wasserbade. Beim Erkalten schied sich ein auf der wässerigen Schicht schwimmendes Oel ab. Dies liess sich abheben. Die wässerige Lösung wurde mit Kalk übersättigt[2] und mit Wasserdampf destillirt. Das Destillat war frei von Anilin, das Präparat enthielt also kein Nitrobenzol.

Ein besonderes Interesse bot die Prüfung auf Carbolsäure. Dieselbe wurde nach folgenden Methoden ausgeführt.

1. Methode. 50 ^{grm} Creolin wurden mit 200 ^{ccm} Wasser verdünnt und mit so viel verdünnter Schwefelsäure (1:5) versetzt, dass die Mischung stark sauer reagirte. Die im Dampfstrom destillirte Flüssigkeit ergab ein Destillat, welches mit Eisenchlorid keine Farbenreaction zeigte. Auf Zusatz von Bromwasser wurde eine ölige, später erstarrende Bromverbindung abgeschieden, die nicht aus Tribromphenol bestanden.

Ein anderer Theil des Destillates wurde mit Aether ausgeschüttelt, der abgehobene Aether mit Natronlauge versetzt. Die alkalische Lösung wurde von Aether befreit und dann in üblicher Weise auf Carbolsäure untersucht. Das Resultat blieb negativ.

---

[1] Das englische Präparat ist in Aether fast vollkommen und zwar leicht löslich. Der Aether kann also als Reagens zur Unterscheidung beider Creoline mit Vortheil verwerthet werden. Es könnte dies für die Praxis von Nutzen sein. — Gegen die übrigen Lösungsmittel verhielten sich beide Präparate durchaus gleichmässig.

[2] War die Reduction in alkoholischer Lösung vorgenommen worden, so wurde der Alkohol durch Kochen und Einleiten von Wasserdampf beseitigt, und die jetzt erhaltene wässrige Lösung — wie oben angegeben — behandelt.

2. Methode. 50 grm werden mit 200 ccm Wasser und verdünnter Schwefelsäure (1:5) bis zur sauren Reaction versetzt und dann mehrmals mit im Ganzen 0·5 Liter ausgeschüttelt. Das abgehobene Aetherextract wird mit Sodalösung agitirt und darauf, nachdem die Sodalösung beseitigt ist, mit verdünnter Natronlauge geschüttelt. Letztere wird abgelassen, mit kleinen Portionen frischen Aethers mehrmals geschüttelt, von diesem — zuletzt durch einen Luftstrom befreit, mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert und im Dampfstrom destillirt. Das Destillat verhielt sich genau wie das nach Methode 1 erhaltene.

3. Methode. 50 grm Creolin werden mit 200 ccm Wasser und verdünnter Schwefelsäure (1:5) bis zur sauren Reaction versetzt. Nach einigem Stehen schwimmt auf einer orangebraun gefärbten Flüssigkeit ein schwarzes Oel, welches sich mit Hülfe des Scheidetrichters trennen liess. Die wässerige Flüssigkeit wird im Dampfstrom destillirt. Das Destillat derselben enthielt Phenole, aber keine Carbolsäure.

Nach diesen Versuchen enthält Artmann's Creolin keine Carbolsäure.[1]

Dagegen ist dieselbe im englischen Präparate bekanntlich stets vorhanden.

Bei der weiteren Analyse der Präparate verfuhr ich in folgender Weise. 10 grm Creolin wurden mit 200 ccm Wasser und verdünnter Schwefelsäure (1:5) bis zur stark sauren Reaction versetzt und mehrmals hinter einander mit Aether (im Ganzen mit $^1/_2$ Liter) ausgeschüttelt. Das von der orangefarbenen Lösung getrennte Aetherextract wird mit Natronlauge geschüttelt. Die abgelassene alkalische Lösung wird nochmals mit mehreren Portionen Aether geschüttelt. Diese neuen Aetherextracte werden mit dem früheren Hauptextracte vereinigt. Die Kohlenwasserstoffe sind hierdurch in ätherische Lösung übergeführt. Dieselbe wird über Chlorcalcium entwässert, dann schnell filtrirt. Das Aetherextract wird bis zur Hälfte abdestillirt, der Rückstand in gewogenem Gefässe bei gewöhnlicher Temperatur verdunstet und nach 24stündigem Stehen über Schwefelsäure gewogen.

Die Lösung in Natronlauge wird mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert und mehrmals mit Aether extrahirt. Das abgehobene Aetherextract wird zur Abscheidung der Säuren mit Sodalösung geschüttelt. Die alkalische Flüssigkeit wurde vom Aetherextract gesondert, mit Schwefelsäure angesäuert und wiederum mit Aether ausgeschüttelt.

---

[1] Eine quantitative Bestimmung derselben bei Gegenwart anderer Phenole dürfte zur Zeit unausführbar sein. Die Methode von Seubert, welche auch in die *Phar. Germ.* II übergegangen ist, muss bei Anwesenheit anderer Phenole — also auch im Creolin — natürlich falsche Resultate liefern.

Dieses letzte Aetherextract, welches die freien Säuren enthält, wird über Chlorcalcium getrocknet, filtrirt, in gewogenem Gefässe bei gelinder Wärme verdampft und nach dem Trocknen über Schwefelsäure gewogen.

Das nach Abscheidung der Säuren übrigbleibende Aetherextract, welches die Phenole enthält, wird gleichfalls über Chlorcalcium getrocknet, filtrirt, in gewogenem Gefässe vorsichtig verdampft und nach 24 stündigem Stehen über Schwefelsäure gewogen.

Bei Zusatz von Schwefelsäure zur Creolinemulsion scheidet sich ein schwarzes Oel ab, das sich nur theilweise in Aether löst. Das in Aether unlösliche wird durch 96 procentigen Alkohol leicht gelöst. Diese Lösung wird gleichfalls in gewogenem Gefässe verdampft und nach dem Trocknen über Schwefelsäure gewogen.

Zur Bestimmung des Natrons wurde eine gewogene Menge Creolin in der Platinschale verkohlt, mit Schwefelsäure abgeraucht und bis zu constantem Gewicht geglüht. Um etwa entstandenes $NaHSO_4$ in Na_2SO_4 überzuführen, wurde der Glührückstand mit Ammoniumnitrat behandelt und bis zu constantem Gewichte geglüht.

In gleicher Weise, wie dies für Artmann's Creolin beschrieben wurde, habe ich zum Vergleiche auch das englische Präparat analysirt. Die erhaltenen Werthe sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	Artmann		Jeyes	
	in 10 grm	Procent	in 10 grm	Procent
Kohlenwasserstoffe . . .	8·49	84·9	5·69	56·9
Phenole	0·34	3·4	2·26	22·6
Säuren	0·15	1·5	0·04	0·4
Organische, in Aether unlösliche Substanz . .	0·19	1·9	nicht bestimmt	—
Na	[1]	0·8	[1]	2·4

Der principielle Unterschied beider Präparate liegt, wie aus vorstehender Tabelle folgt, in dem Verhältniss der Phenole zu den Kohlenwasserstoffen. Dasselbe beträgt für Artmann 1:25, für Jeyes 1:2·5.[2]

[1] 3·110 grm Artmann = 0·092 grm Na_2SO_4 (stark eisenhaltig) = 0·8 Proc. Na. 3·210 grm Jeyes = 0·2405 Na_2SO_4 = 2·4 Procent Na.

[2] Analysen beider Creoline finden sich im *Reichs-Medicinal-Anzeiger*, Nummer vom October-November 1888. Aus den dort abgedruckten Analysen berechnet sich das Verhältniss der Phenole zu den Kohlenwasserstoffen: für Artmann 1:10·9; für Jeyes 1:1·8.

Nach den hier mitgetheilten Beobachtungen, sowie auf Grund chemischer Untersuchungen, auf deren Mittheilung an diesem Orte ich verzichte, bestehen die Creoline von Artmann und Jeyes aus einem Gemisch der Creosotöle mit den Schwerölen und dem Anthracenöl. Letzteres ist namentlich in Artmann's Präparat enthalten, wie die grüne Farbe der abgeschiedenen Kohlenwasserstoffe beweist. Sie enthalten also Kohlenwasserstoffe (Sdp. 200 — 380 — 400°) und hochsiedende Phenole. Letztere finden sich in beiden Präparaten zum Theil in Form der Natriumverbindungen (Natriumphenolate).[1] Ausserdem scheinen in das Gemisch noch Theerbasen einzugehen.

Dass Präparate von so verschiedener Zusammensetzung verschiedene Wirkungen auf den thierischen Organismus äussern würden, liess sich von vornherein erwarten und ward durch die nachstehenden Versuche erwiesen.

---

2. Thierversuche.

a) Versuche an weissen Mäusen.

Wie zuerst Behring[2] angab, und ich bestätigen kann, entstehen bei weissen Mäusen wenige Minuten nach subcutaner Injection von 0·025 grm Creolin-Pearson (ca. 1 p. Ko. Maus) Krämpfe der Extremitäten. Dieselben sind besonders heftig, wenn man die Thiere auf die Seite legt — eine Procedur, welche die vergifteten Thiere willenlos über sich ergehen lassen müssen. Der Tod tritt binnen wenig Stunden ein.[3]

Derartige Krämpfe habe ich bei gleichen und höheren Dosen von Artmann's Creolin an weissen Mäusen niemals auftreten sehen. Die Thiere wurden wohl etwas matt, machten aber Fluchtversuche und starben erst 24 bis 48 Stunden nach der Vergiftung.

Da mich die von Behring beschriebenen Creolinkrämpfe durchaus an die Carbolkrämpfe erinnerten, und ich wirklich im Stande war, ähnliche Krämpfe bei weissen Mäusen durch subcutane Injection von ca. 0·0021 bis 0·003 Carbolsäure hervorzurufen, war ich geneigt, die Creolinkrämpfe auf einen Carbolsäuregehalt des englischen Jeyes' Präparates zu beziehen.

---

[1] Das englische Präparat dürfte, wie ich aus seinem geringen Gehalt an Naphtalin schliesse, besser „gereinigt" sein, als das naphtalinreiche deutsche Präparat.

[2] *Deutsche militär-ärztliche Zeitschrift.* 1888.

[3] Uebrigens verschwinden diese Krämpfe durch Chloroforminhalationen wenigstens zeitweise.

Meine Annahme wurde durch den Versuch nicht gerechtfertigt. Denn einmal riefen die isolirten Phenole (S. 154), welche als Natriumphenolate in wässriger Lösung zur Anwendung kamen, derartige Erscheinungen nicht hervor, andererseits war auch das Destillat von Jeyes' Präparat welches die nur in Spuren vorhandene Carbolsäure enthielt, bei subcutaner Anwendung nicht krampferregend. Endlich ist der Gehalt an Carbolsäure in ca. 0·1 bis 0·2 ccm des englischen Präparates viel zu gering, als dass er für das Auftreten der Krämpfe verantwortlich gemacht werden dürfte.

Die von Behring zuerst beobachteten Krämpfe werden, wie mich besondere Versuche lehrten, vielmehr durch diejenigen Extracte (S. 153) hervorgerufen, welche die Kohlenwasserstoffe des englischen Creolins enthielten. Die Kohlenwasserstoffe von Artmann's Creolin sind dagegen viel unschädlicher. Krämpfe sah ich nach subcutaner Injection von 0·1 bis 0·15 grm bei weissen Mäusen überhaupt nicht auftreten. Dagegen wurden die Thiere matt, lagen einige Stunden nach der Injection auf der Seite und waren nach 24 bis 36 Std. todt. Es trat also die von Behring[1] beschriebene chronische Vergiftung ein, während die Kohlenwasserstoffe des englischen Präparates eine acute Vergiftung verursachten.[2]

b) Versuche an Hunden.

1. Stomachale Darreichung.

Hund I. 5100 grm.

17./X. Harn enthält Spuren von Eiweiss.

18./X. 2 grm Creolin Artmann in ca. 10 ccm Wasser per Schlundsonde.

19./X. Thier munter. Hat gut gefressen. Harn fast normal gefärbt. Enthält anorganische Sulfate (!). Das Destillat des genuinen Harns ist frei von Phenol. Das Destillat des mit gleichem Volum rauchender Salzsäure versetzten Harns giebt mit Bromwasser eine ölige Bromverbindung, die nicht Tribromphenol ist. Das Destillat riecht theerartig.

18./X. 2 grm per Sonde. Munter. Anorganische Sulfate vorhanden. Im Destillate des mit rauchender Salzsäure versetzten Harns wahrscheinlich Spuren von Carbolsäure, daneben reichlich höhere Phenole.

---

[1] A. a. O.

[2] Diese Versuche sagen zunächst über die chemische Natur des in Pearson's Präparat enthaltenen, in Artmann's Creolin fehlenden krampferregenden Körpers nichts mit Bestimmtheit aus. Sie zeigen nur, dass dieser Körper in dasjenige Aetherextract aus saurer Lösung übergeht, welches hauptsächlich Kohlenwasserstoffe enthalten muss. Die Isolirung desselben setzt aber mehr Material voraus als mir zu Gebote stand.

19./X. 2^{grm} per Sonde. Munter.
20./X. 2^{grm} per Sonde in Pepton.
21. bis 22./X. Munter. Hat gefressen. Keine Injection.
23./X. 2^{grm} in Peptonlösung. Harn enthält Spuren von Eiweiss und anorganische Sulfate. Destillat des Harns wie oben.
24./X. 2^{grm} in Milch. Munter.
25./X. 2^{grm} in Milch.
26./X. 3^{grm} in Peptonlösung. Munter. Wenig Eiweiss im Harn.
27./X. 3^{grm} in Pepton.
28./X. 3^{grm} in Pepton. Munter. Gut gefressen.
29./X. 3^{grm} in Pepton „ „ „
Harn wie am 23./X. Auch nicht dunkler gefärbt. Beim Kochen des Harns mit starker Salzsäure scheidet sich eine theerartige Masse in reichlicher Menge ab.
30./X. 3^{grm} in Pepton. Im Harn vom 24. bis 30./X. sind stets anorganische Sulfate vorhanden.
30./X. bis 7./XI. Keine Injection. Hat gefressen. Wenig Eiweiss im Harn.
7./XI. Gewicht 4400^{grm}. Also in 20 Tagen 700^{grm} Abnahme.
8./XI. 3^{grm} in Pepton.
9./XI. Nicht erbrochen. Munter.

Das Thier erhielt in 13 Tagen 29^{grm} Creolin Artmann, ohne dass sich irgend eine Störung nachweisen liess. Das macht p. d. $2 \cdot 25^{grm}$. Auch eine einmalige Dosis von 5^{grm} — also 1·13 p. Ko. — wurde gut ertragen. Allerdings nahm das Gewicht des Thieres im Verlaufe des Versuches ab, und zwar in 20 Tagen um 14 Procent.

Hund VI. 5320^{grm}.
7./XI. Harn normal.
8./XI. 5^{grm} in Pepton per Sonde.
9./XI. 5^{grm} „ „ „ „ Munter. Hat gefressen.
10./XI. 5^{grm} „ „ „ „ „ „ „
11./XI. Keine Injection.
12./XI. 5^{grm} in Pepton per Sonde.
13./XI. 5^{grm} „ „ „ „
14./XI. 5^{grm} „ „ „ „
15. bis 20./XI. Munter. Hat gefressen.
21./XI. Gewicht 5200^{grm}. Abnahme ca. 120^{grm}.

Das Thier vertrug in 7 Tagen 30^{grm}, also $4 \cdot 3^{grm}$ p. d. ohne Störung. Die Einzeldosis betrug 5^{grm} also $0 \cdot 9^{grm}$ p. Ko. Die Abnahme des Körpergewichtes war unbedeutend und fällt in die Fehlergrenzen.

Hund IV. 27·25 kgrm.

6. bis 8./XI. Harn normal.

8./XI. 15 grm in Peptonlösung per Sonde. Erbricht einen grossen Theil $^1/_2$ Stunde nach der Injection.

9./XI. Normaler Harn. Hat wenig gefressen.

10./XI. 30 ccm Peptonlösung injicirt. Kein Erbrechen.

11./XI. Nicht erbrochen. Munter. Hat gefressen.

12./XI. 5 grm Creolin in Peptonlösung. Munter.

13./XI. 7 grm in Peptonlösung. Munter.

14./XI. 8 grm in Pepton. Munter.

15. bis 18./XI. Munter. Kein Erbrechen. Hat gefressen. Gewicht 27·02 kgrm.

Das Thier vertrug 8 grm Creolin auf einmal ohne Störung, d. h. 0·29 p. Ko. Im Verlaufe von drei Tagen nahm es 20 grm — also 6·6 grm p. d. — auf ohne seinen Appetit zu verlieren. Bei Darreichung von 15 grm — also 0·3 grm p. Ko. — trat Erbrechen auf. Die Abnahme des Körpergewichtes fällt in die Fehlergrenzen.

Hund III. Gewicht 3700 grm.

20. bis 29./X. Harn normal.

24./X. 12 h 55′. 20 grm Creolin Artmann in etwas Milch.

1 h 30′. Hat fast alles erbrochen.

25./X. Munter. Sonde probeweise mehrmals hintereinander eingeführt. Keine Brechbewegungen, auch späterhin kein Erbrechen.

26./X. 10 grm in Peptonlösung. Geringe Mengen erbrochen. Hund hat nichts gefressen. Liegt ruhig im Käfig.

27./X. Wird todt im Käfig gefunden. Gewicht 3640 grm.

Section: Gastritis acuta. Geschwüre im Fundus. Auch die Darmschleimhaut ist stark injicirt, an einigen Stellen frische Geschwüre. Peyer'sche Plaques geschwollen. Die grossen Drüsen, ferner Herz und Lunge sind normal.

Der Tod ist offenbar durch das Creolin veranlasst. Eine Dosis von 10 grm auf einmal, also 2·7 p. Ko., wurde nicht mehr vertragen.

2. Subcutane Darreichung.

Hund V. 4400 grm.

9./XI. 1 ccm Creolin unter die Rückenhaut.

10./XI. Infiltration an der Injectionsstelle. 1 ccm Creolin unter die Rückenhaut an einer zweiten Stelle.

12./XI. Entsprechend der ersten Injectionsstelle am 9./XI. eine starke kuglige Hervorwölbung mit beweglichem Inhalt.

14./XI. Zwei Beutel mit beweglichem Inhalt.

15./XI. Geringes Fieber. 40·5° in recto.

21./XI. Beutel fast verschwunden.

Bei Hund VI (4030 grm) traten nach zweimaliger Injection von je 1 ccm Creolin nach 2 Tagen an dem der Injectionsstelle entsprechenden Orte Beutel mit fluctuirendem Inhalte auf. Der eine Beutel („Abscess" siehe unten) öffnete sich freiwillig und entleerte eine zähflüssige, graue, nicht übelriechende, wie Eiter aussehende Masse. Der andere Beutel war nach acht Tagen verschwunden. Während dieser Zeit fieberte das Thier nur sehr wenig.

Hund VIII. Gewicht 3600 grm.

21./XI. 8·5 grm Creolin in der gleichen Menge Wasser werden an vier Stellen der Rückenhaut injicirt.

22./XI. Keine Injection. Keine Infiltration.

23./XI. Deutliche Infiltration an zwei Injectionsstellen. Geringe Fluctuation.

24./XI. In recto 41°. In dem unter antiseptischen Cautelen entleerten „Eiter" des einen „Abscesses" waren, wie mir Herr Stabsarzt Dr. Behring freundlichst mittheilte, keinerlei Mikroorganismen nachweisbar. Dagegen wurden reichlich Creolintropfen und Zellen angetroffen; die keine Kernfärbung zeigten.

26./XI. 41·5° in recto.

Grosser Abscess, der bei der Spaltung circa 70 ccm „Eiter" entleerte. Auch dieser „Eiter" war frei von Mikroorganismen (Dr. Behring). Thier sehr matt. Hat nicht gefressen. Ausspritzung der Abscesshöhle mit 1 °/oo Sublimatlösung.

27./XI. 41° in recto. Thier matt.

28./XI. 38° in recto. Hat gefressen. Gewicht 3380. Abnahme 220 grm in 7 Tagen.

31./XI. T. 38·5°. Hat gefressen. Munter. Alle Abscesse resorbirt.

In allen drei Versuchen über die Wirkung des Creolins bei subcutaner Injection wurden an den Injectionsstellen „Abscesse" erzeugt. Der Abscessinhalt war bei mehrmaliger Prüfung frei von Mikroorganismen. Diese Thatsachen, welche eine weitere Untersuchung lohnen, erinnern an die Beobachtungen von E. Scheuerlen[1], der nach subcutaner Injection von Oleum terebinthinae, Crotonis u. s. w. Entzündung und Eiterung ohne Anwesenheit von Mikroben auftreten sah. Auch Beh-

---

[1] Langenbeck's *Archiv*. Bd. XXXII u. *Arbeiten aus der chirurg. Klinik der Universität Berlin*. Bd. III.

ring[1] und Grawitz[2] machten bei subcutaner Darreichung von Cadaverin ähnliche Beobachtungen.

3. Pinselungen auf die Haut.

Hund II. 5050 ^{grm}.

19./X. Auf die rechte, rasirte Rückenhälfte mit einem Borstenpinsel unverdünntes Creolin eingerieben.

20./X. Munter. Haut nicht krankhaft verändert. Neue Einpinselung.

21. und 22./X. Keine Einpinselung.

23./X. Neue Einpinselung.

24./X. Einreibungen auf die rechte und die — inzwischen geschorene — linke Rückenhälfte. Thier dauernd munter.

25./X. Neue Einpinselung. Die rechte Rückenhälfte scheint krankhaft verändert. Eczem oder Aetzschorf?

26./X. Nur links gepinselt.

27. bis 29./X. Nicht gepinselt. Die Hautveränderung bleibt auf die gepinselte Stelle beschränkt.

30./X. Die Epidermis der linken Rückenhälfte blättert ab.

1. bis 7./XI. Keine Pinselungen. Thier munter. Haut fast normal. Gewicht 5320 ^{grm}, also in 18 Tagen 330 ^{grm} Zunahme.

Hund 7. 2890 ^{grm}.

20./XI. Auf die rechte geschorene Rückenhälfte mit einem scharfen Borstenpinsel unverdünntes Creolin gepinselt.

21./XI. Weitere Pinselung derselben Stelle.

22./XI. Haut der gepinselten Stelle krankhaft verändert.

23./XI. Die Haut ist nicht angeätzt, wie mir auch Herr College G. Behrend freundlichst bestätigte, sondern von einem Eczem befallen.

24. bis 27./XI. Eczem macht keine Fortschritte und bleibt auf die gepinselte Stelle beschränkt.

28./XI. Thier munter.

30./XI. Thier munter. Eczem verschwunden. Gewicht 2680 ^{grm}. Also Abnahme von ca. 70 ^{grm} in 10 Tagen.

Nach diesen Versuchen ruft das auf die rasirte Rückenhaut mit einem starken Borstenpinsel aufgetragene Creolin ein locales, schnell heilendes Eczem hervor.

Auch bei Anwendung von Jeye's (Pearson's) Creolin zu Umschlägen auf eine frische Wunde beobachtete H. Cramer[3] ein Eczem, welches an

---

[1] *Deutsche medicin. Wochenschrift.* 1888.

[2] Virchow's *Archiv.* Bd. CX.

[3] *Therapeutische Monatshefte.* 1888. S. 573.

das Scarlatina-Exanthem erinnerte. Dasselbe verschwand nach drei Tagen. Der von dem Patienten während des Creolingebrauches gelassene Harn „roch intensiv, dem Carbolharn ähnlich, und zeigte genau die gleiche dunkelschmutzige Färbung; Eiweiss war in geringen Mengen nachweisbar".

Dass Artmann's Creolin ebenso wenig wie das englische Präparat völlig ungiftig[1] ist, lehren meine Versuche auf's Deutlichste.

Ueber seine desinficirenden und entwickelungshemmenden Wirkungen kann ich nichts aussagen. Diese müssen aber, wie ich glaube, in erster Linie festgestellt werden, wenn das Präparat denjenigen Zwecken dienen soll, für welche es sein Fabrikant bestimmt hat.

Dass für zwei Präparate von so verschiedener chemischer Zusammensetzung, wie es die beiden Creoline sind, gleiche ärztliche Indicationen nicht ohne Weiteres gelten können, bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung.

Ich will zum Schlusse nicht verschweigen, dass es noch einen anderen Grund von hervorragender Wichtigkeit giebt, welcher bei der Anwendung der Creoline am Menschen zur Vorsicht mahnt.

Dieser liegt in der inconstanten Zusammensetzung der Präparate.

Die Creoline werden aus Theerölen hergestellt. Die Theeröle aber sind Gemische von mehr als fünfzig chemischen Individuen. Qualität und Quantität derselben ist Function des Ausgangsmaterials — also erstens der destillirten Kohle und zweitens der Fabricationsmethode. Nun wird aber jeder Fachmann bestätigen, dass es unmöglich ist, aus derselben Kohle und bei derselben Fabricationsmethode im Grossbetriebe Theeröl von constanter Zusammensetzung herzustellen.

Durch diese Thatsachen wird die oben beschriebene Warnung begründet.

Die Creoline sind Geheimmittel, und zwar sicher nicht ganz indifferente!

[1] Ueber Giftigkeit des englischen Präparates bei ärztlicher Anwendung liegen bereits eine grössere Reihe von Erfahrungen vor. (Vgl. *Therap. Monatshft.* 1888.)

Berlin, Januar 1889.

[Aus dem bacteriolog. Laboratorium der zoologischen Station in Neapel.]

Ueber das Verhalten einiger pathogener Mikroorganismen im Meerwasser.

Von

Prof. **de Giaxa**
in Pisa.

Während meines dreimonatlichen Aufenthaltes in Neapel (August bis October 1888) bot sich mir im Laboratorium für Bacteriologie der zoologischen Station die günstige Gelegenheit, über das Verhalten von einigen pathogenen Mikroorganismen im Meerwasser eine Reihe von Untersuchungen anzustellen. Obgleich sich dieselben nur in rein hygienischer Richtung bewegten, scheint mir der Werth der Untersuchungen doch kein geringer zu sein, denn für die Hygiene ist es unbestreitbar von grossem Interesse zu wissen, ob das Meerwasser mit unter die Träger und Verbreiter ansteckender Krankheiten zu rechnen sei. Dies Interesse wird gerechtfertigt durch verschiedene Umstände, die sich alle auf die Möglichkeit beziehen, dass das Meerwasser, vorausgesetzt natürlich, dasselbe sei ein für die Existenz von pathogenen Mikroorganismen wenigstens nicht ungeeignetes Gebiet, das Mittel zur Verbreitung jener Keime werden könne.

Es versteht sich von selbst, dass diese meine Untersuchung auf dem Gebiete der öffentlichen Hygiene in erster Linie für die Seestädte von Wichtigkeit ist, die allein im Augenblick der Gefahr diesen Einflüssen direct ausgesetzt sind.

Wenn das Meerwasser zur Aufnahme von Infectionskeimen geeignet ist, so kann es ohne Zweifel durch die Existenz und Reproduction von pathogenen Bacterien zum Ansteckungsherde werden, und zwar in verschiedener Weise: in directer und indirecter.

Unter die directe Infection wäre zu rechnen:

1. Der Verbrauch oder richtiger die Einführung von Meerwasser in den Verdauungstractus. Es ist bekannt, dass in vielen südlichen Orten die Gewohnheit herrscht, vorzugsweise in der zweiten Hälfte des Frühlings, täglich ein gewisses Quantum Meerwasser zu consumiren; das geschieht besonders von Seiten der Leute, die überzeugt sind, es sei das Meerwasser ein ausgezeichnetes Heilmittel für alle die Krankheiten, welche nach Ansicht der Laien ihre Ursache im unreinen Blut haben. Häufig sehen wir, dass skrophulöse Kinder einer solchen Kur unterworfen werden und vielleicht nicht mit Unrecht. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass dies für den Consum bestimmte Meerwasser durchaus nicht immer an Stellen geschöpft wird, die sich in einer gewissen Entfernung vom Wohnorte befinden, sondern dass nur zu häufig das Wasser direct aus den Häfen, sehr oft sogar in unmittelbarer Nähe der Mündungen der Stadtcanäle eingenommen wird.

Derselben directen Verdauungsstörung durch Meerwasser sind viele Personen beim Baden unterworfen, weil im Allgemeinen wohl wenige Badende daran denken, sich vor dem Eindringen des Meerwassers in den Mund und Magen zu hüten.

2. Eine zweite, nicht weniger gefährliche Art der Ansteckung beim Baden liegt darin, dass die ganze Oberfläche des Körpers mit dem Wasser in Berührung kommt. Etwaige Verletzungen der Haut würden vorhandenen ansteckenden Keimen einen leichten Zutritt in den Organismus verschaffen. Der Gedanke einer solchen Gefahr liegt besonders nahe, wenn man sich erinnert, dass in den Seehospizen die skrophulösen Kinder die Bäder gemeinsam nehmen und so nicht nur, als mit Wunden behaftet, schon für sich selbst einen Infectionsherd darstellen, sondern auch die Träger der Ansteckung auf Andere werden können.

3. wäre auch bei der Uebertragung von Krankheitskeimen durch das Meerwasser der Umstand zu berücksichtigen, dass unter dem Einfluss starker Winde Theilchen des Meerwassers von der Oberfläche desselben in die Höhe gehoben und in der Atmosphäre schwebend erhalten werden könnten. Das Vorkommen von Chlornatrium in der Luft der Küstenländer dürfte diese Annahme bestätigen. Sicher ist jedenfalls, dass man annehmen darf, dass gleichzeitig mit den Theilchen des Meerwassers auch in demselben enthaltene pathogene Keime mit in die Luft übergehen und dort schwebend erhalten werden, und dass sie auf nicht zu grosse Entfernungen vom Meere immerhin noch die Gefahr der Ansteckung durch Einathmen solcher durchsetzter Luft in sich schliessen.

Ebenso zahlreich stellen sich die indirecten Fälle dar, in denen eine Ansteckung durch das Meerwasser erfolgen kann.

1. Als erster verdient vor allem hervorgehoben zu werden: die event. Verunreinigung des Bodens und seines Wassers in der Nähe des Meeres durch das Eindringen von Meerwasser in denselben, das sich auf eine ziemlich beträchtliche Ausdehnung erstrecken kann; das beweist im Allgemeinen eine ziemliche Menge von Chlornatrium, die sich in dem Wasser von Brunnen vorfindet, welche in Meergegenden angelegt sind.

2. Sehr häufig wird das Meerwasser zur Reinigung von Gegenständen benutzt, welche zur Aufnahme von Nahrungsmitteln dienen, z. B. zur Reinigung von Weinfässern oder Fässern für gesalzene Fische u. s. w. — In gleicher Weise verwendet man dasselbe in den Häfen, auf Fischmärkten, um die Fische u. s. w. frisch zu erhalten, und zum Abwaschen der Tische und Geräthe.

3. Vor allem verdient aber der reichhaltige Gebrauch des Meerwassers zum Zwecke der Reinigung an Bord der Schiffe betont zu werden, wo es zum Waschen sämmtlicher Gegenstände, oft auch der Kleidungsstücke benutzt wird.

Daraus ergiebt sich, dass, sollten sich im Meerwasser pathogene Mikroorganismen vorfinden, dasselbe ohne Zweifel ein Träger und Verbreiter derselben werden könnte. Ueber diesen Punkt besitzen wir aber bis jetzt fast gar keine Aufschlüsse, vermuthlich deshalb, weil die Aufmerksamkeit der Forscher noch nicht auf diesen Umstand gelenkt wurde.

Es ist leicht verständlich, dass derartige Beobachtungen und die Constatirung positiver Thatsachen sich als werthvoll ergeben könnten, wenn man erstens die Verhaltungsweise der pathogenen Mikroorganismen, wenigstens der am meisten studirten, im Meerwasser kennen würde und dann die verschiedenen Arten wüsste, durch welche die Mikroorganismen in dasselbe gelangen können, aus denen sich dann die Schlüsse ziehen liessen, welchen sich die zur Verhütung der Einschleppung und Verbreitung von ansteckenden Krankheiten aufgestellten Maassregeln anzupassen hätten, und welche dann auch diejenigen der individuellen Hygiene bestimmen würden, die von der einzelnen Persönlichkeit anzuwenden sind, um sich vor Ansteckung zu schützen.

Es giebt viele Wege, auf denen pathogene Bacterien in das Meer gelangen können. Im offenen Meere kann die Verunreinigung natürlich nur in directer Weise eintreten durch die Schiffe, von denen aus die Abfälle oder von Kranken inficirte Gegenstände in das Meer gelangen, z. B. bei Cholera- und Typhuskranken. Zuweilen könnte die Infection auch stattfinden durch die Leichen der Kranken, welche an ansteckenden Krankheiten starben, und durch Ueberreste von Thieren, welche sich an Bord befanden und an ansteckenden Krankheiten starben. — Bei dieser Gelegen-

heit möchte ich auch auf die Möglichkeit einer Ansteckung durch die Meeresströmungen, die pathogene Bacterien enthalten können, aufmerksam machen. — Nichtsdestoweniger wird in allen diesen Fällen die vorhandene Infection keine grosse Gefahr in sich schliessen, da, angenommen es fände auch nur ein Theil der pathogenen Keime ein günstiges Gebiet für ihre Erhaltung und Vervielfältigung, doch ihre Ausbreitung in der ungeheuren Wassermasse derartig vor sich gehen wird, dass sie ihre Schädlichkeit verlieren, vielleicht auch selbst vernichtet werden. — In einem solchen Falle würde sich die Gefahr darauf beschränken, dass ein Schiff kurze Zeit darauf an derselben Stelle Wasser einnehme, wo kurz vorher ein anderes durch Abfälle und Auswürfe irgend welcher Art das Meerwasser inficirt hätte. — Dagegen ist es für die öffentliche Hygiene von grösster Wichtigkeit, die eventuelle Verunreinigung des Meerwassers in der Nähe der Küste und besonders in den Häfen festzustellen. Da bieten sich nun zwei Möglichkeiten: die Verunreinigung von Seiten der im Hafen verankerten Schiffe und von Seiten der Seestädte selbst. Der erstere Fall wird sich in derselben Weise wie auf dem hohen Meere vollziehen, deshalb muss man besonders die Fäcalien und das Kielwasser in's Auge fassen.

Wenden wir uns dagegen dem zweiten Falle zu, der Infection eines Hafens von Seiten der Stadt, so ist klar, dass die Hauptgefahr in dem Einmünden der Canäle in den Hafen selbst besteht. — Diese Canäle führen aber nicht nur das Schmutzwasser mit sich, sondern zum grössten Theile auch die Fäcalien von den Einwohnern und den Thieren. In allernächster Nähe der Einmündungen ist das Wasser trübe in grösserem oder kleinerem Umfange. Die Veränderung des Wassers verliert sich nach und nach, erstreckt sich aber auf den ganzen Hafen, und in der That ist die Zahl der in demselben sich vorfindenden Mikroorganismen sehr beträchtlich; dieselbe nimmt stetig ab, je mehr man sich von den Einmündungen der Canäle entfernt. Das haben meine eigenen Untersuchungen, noch mehr aber die äusserst genauen Arbeiten des Dr. Sanfelice in demselben Laboratorium auf's Klarste bewiesen. Natürlich verändert sich bei zunehmender Entfernung von den Canalmündungen auch die Menge der organischen Substanz im Meerwasser, dagegen bleibt scheinbar der Gehalt an Chlornatrium fast überall derselbe. Von dieser Thatsache konnte ich mich durch chemische Analysen von Meerwasser überzeugen, dass in verschiedenen Entfernungen von den Canälen geschöpft war.

Andere Ursachen zur Verunreinigung des Meerwassers mit pathogenen Keimen bieten sich durch Vereinigung von ansteckenden Materien mit dem Wasser auf noch anderen Wegen, nicht nur durch die Canäle. Derartige Möglichkeiten sind leicht verständlich, wenn man bedenkt, dass es in

Seestädten allgemeinener Gebrauch ist, sich aller lästigen Abfälle zu entledigen, indem man sie in's Meer wirft.

Daher hat die Untersuchung über eine eventuelle Infection des Meerwassers in den Häfen ein grosses hygienisches Interesse, weil es unbestreitbar ist, dass die Mikroorganismen in demselben einen für ihre Existenz und Reproduction günstigen Boden finden, wobei der ganze Process abhängt von dem Vermischen des Meerwassers in den Häfen mit dem aus den Canälen ausfliessenden Inhalte. Jenes Wasser ist reicher an organischer Substanz und würde also für die Vervielfältigung der Keime ein sehr günstiges Mittel bieten. — Ein weiterer, zu beachtender Umstand ist derjenige, dass das Wasser in einem Hafen auch an seiner Oberfläche, sobald es nicht vom Winde bewegt wird, sich relativ in grosser Ruhe befindet; es fällt daher der Umstand, der auf die Reproduction von Mikroorganismen durch Bewegung des Wassers hindernd einwirken könnte, fort, vor allem die Möglichkeit der Verdünnung oder anders gesagt des Austausches von Hochseewasser mit demjenigen des Hafens. Davon konnte ich mich vollständig überzeugen, indem ich in mehreren Städten vor allem beobachtete, wie sich die Modificationen in der Farbe und in der Klarheit, die von den Ausflüssen der Canäle abhingen, darstellten, nämlich in progressiver Abnahme bis auf eine gewisse Entfernung, wo sich ein deutliche Zone bildet. Diese Thatsache kann man besonders nach kurzen, aber reichlichen Regenfällen beobachten. Das Regenwasser, das alle Abfälle aus den Strassen und diejenigen auf dem Boden der Canäle mit sich führt, trübt in bedeutendem Maasse das Meerwasser und giebt ihm, z. B. in Neapel, eine gelbliche, erdige Farbe, die eine sehr ausgedehnte Zone einnimmt und sich für mehrere Stunden erhält. Auch auf anderem Wege habe ich mich von dieser Thatsache überzeugt. An einem Punkte des Hafenufers in Neapel goss ich zwei bis drei Liter einer starken Fuchsinlösung in's Meer. Ich konnte feststellen, dass die darauf folgende Färbung des Meerwassers sich an Ort und Stelle für längere Zeit erhielt und sich nur sehr langsam ausbreitete. Man kann also als günstige Umstände für die Erhaltung und Vervielfältigung der Mikroorganismen im Meerwasser der Häfen folgende Punkte anführen: Die relative Reichhaltigkeit an organischer Substanz, die Ruhe, in der sich das Wasser meistens befindet, und der geringe Wechsel zwischen dem Hafenwasser und dem des offenen Meeres. — Aber auch noch andere Umstände können sich als günstig erweisen: Die organischen, im Wasser suspendirten Substanzen, in denen die Mikroorganismen, indem sie sich auf ihnen ablagern, einen für sich günstigen Boden finden, ferner der Meeresboden, der von solchen Substanzen bedeckt ist, zugleich mit der üppigen Flora auf demselben, endlich die Hafenufer und besonders die Ablagerung von Substanzen, die sich an ihrer vom

Meere bespülten Oberfläche vollzieht. Alle diese Punkte sind als für die Reproduction der Bacterien resp. der Pathogenen ungeheuer günstige anzusehen. Ein anderer Umstand, der bei der Untersuchung des Meerwassers als Existenzvermittler für pathogene Keime in Betracht gezogen werden muss, ist die Temperatur des Wassers. Wir wissen, dass das Oberwasser des Meeres ungefähr die gleiche Temperatur der Atmosphäre besitzt und den Veränderungen derselben unterworfen ist. Bei zunehmender Meerestiefe wird die Temperatur immer mehr constant, da sich der Einfluss der Atmosphäre immer weniger fühlbar macht. Man kann nun bebehaupten, dass die pathogenen Mikroorganismen, wenigstens die uns bekanntesten und beobachteten, im Meerwasser während verschiedener Jahresperioden eine Temperatur finden, welche nicht nur für ihre Existenz, sondern auch für deren Vervielfältigung sehr geeignet ist. Dieser Umstand wird sich vorzugsweise in Rücksicht auf die südlichen Häfen während eines langen Zeitraumes im Jahre geltend machen und zwar besonders in der zweiten Hälfte des Frühlings, im Sommer und in der ersten Hälfte des Herbstes; dazu wird die Temperatur der Sommermonate ganz besonders beitragen, gerade in jenen Monaten, wo die Gefahr der Verbreitung der Keime eine um so grössere ist, weil gerade in jenem Zeitraume die Bevölkerung vorzugsweise jenen Einflüssen sich aussetzt, welche, wie wir oben gesehen haben, als geeignet für die Verbreitung der Keime im Meerwasser angesehen werden müssen. — Mit Rücksicht auf die höchste Temperatur des Meerwassers in seinen oberen Schichten während des Sommers lässt sich schliessen, dass die Vervielfältigung der pathogenen Keime, an und für sich als möglich angenommen, sich leichter und besonders ausgedehnt in den oberen Schichten vollzieht, wozu vielleicht auch der Sauerstoff der Atmosphäre, mit dem sich die Oberfläche in regem Contact befindet, von günstigem Einfluss ist, da derselbe ja bei der Vervielfältigung der pathogenen Bacterien eine so grosse Rolle spielt.

So weit ich weiss, wurden bis jetzt noch keine Untersuchungen über das Verhalten der pathogenen Mikroorganismen im Meerwasser angestellt, wenn man von denjenigen absieht, die von Nicati und Rietsch mit dem Cholerabacillus im Meerwasser, das in einer Entfernung von mehreren Kilometern vom Hafen geschöpft war, und demjenigen des alten Hafens von Marseille und dem Kielwasser eines Schiffes ausgeführt sind. Dabei wurde aber stets von den genannten Forschern das Meerwasser vollständig sterilisirt, ehe der Bacillus inoculirt wurde. Deshalb können die erhaltenen Resultate nur einen relativen Werth haben. Auf dem letzten Congress für Hygiene in Brescia machte Dr. Alessi eine Mittheilung über die Widerstandsfähigkeit des Cholerabacillus im Meerwasser; aber bis jetzt sind mir die Resultate seiner Untersuchungen noch nicht bekannt geworden.

Dagegen besitzen wir verschiedene Arbeiten über die Erhaltung und Vervielfältigung der pathogenen Mikroorganismen im Trinkwasser, sei es Quell-, Fluss- oder Brunnenwasser. — Es genügt, an die Arbeiten von Wolffhügel und Riedel, von Meade Bolton, Hochstetter, Krause, Cramer, Leone und die neueren von Straus und Dubarry zu erinnern. Einige dieser erhaltenen Resultate werde ich bei der Auseinandersetzung meiner Untersuchungen berücksichtigen.

Ich führte meine experimentellen Untersuchungen in den Monaten August bis October aus, d. h. gerade in jener Zeit, die, wie ich oben sagte, für die Existenz der pathogenen Bacterien im Meerwasser am günstigsten ist, die man also gleichfalls vom hygienischen Standpunkte aus als die geeignetste für den von mir untersuchten Infectionsweg ansehen muss.

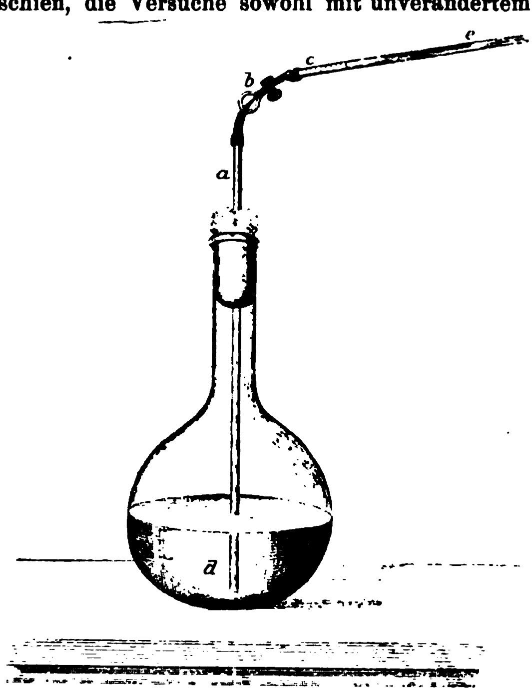
Ich nahm mir vor allem vor, meine Untersuchungen auf das Wasser des Hafens von Neapel auszudehnen, deshalb nahm ich zunächst eine Probe des Wassers in allernächster Nähe (50^{m}) eines jener Canäle, da ich annahm, dass in jenem Punkte unter normalen Verhältnissen eine hinreichende Vermischung des Meerwassers mit dem Canalinhalte in Folge der Bewegung beim Abfliessen des Letzteren sichvollzogen hatte; die zweite Probe wurde in einer Entfernung von 350^{m} vom Ufer genommen, in gerader Richtung auf die Canalmündung. Der letzte Punkt für meine Untersuchungen lag drei Kilometer vom Lande entfernt, d. h. also gleichsam ausserhalb des Hafens.

Der erste Punkt lag also 50^{m} entfernt von der Einmündung des Canales von Chiatamone, welcher der einzige Abfluss für diejenige Zone Neapels ist, welche zwischen den Strassen Toledo und Vittorio Emanuele liegt und die ausgehend von der Kaserne von Pizzofalcone bis zu derjenigen von S. Polito sich erstreckt. Der betreffende Canal führt also die Schmutzwasser eines grossen Theiles der Stadt zugleich mit den Fäcalien mit sich. In der die Mündung umgebenden Zone ist das Wasser gänzlich trübe, enthält viele suspendirte flockige Substanzen von verschiedenem Volumen und hat oft einen scharfen Geruch von Schwefelwasserstoff. Natürlich ist dies Wasser unendlich reich an Mikroorganismen, das bewiesen mir die wiederholten Untersuchungen des Dr. Sanfelice und meine eigenen, die ich allerdings in geringerer Anzahl ausführte.

Vor allem möchte ich die Methode meiner Untersuchungen klarlegen.

Ich schöpfte das Wasser an den verschiedenen Punkten in sterilisirten und mit Watte verschlossenen Kolben von zwei Liter Inhalt, indem ich sie nur 20 bis 30^{cm} tief in's Meerwasser eintauchte. Nachdem sie in's Labo-

ratorium gebracht waren, ging ich gleich an die Herstellung von Gelatineplatten, um die Zahl der in 1 ccm Wasser enthaltenen Mikroorganismen festzustellen; darauf nahm ich sofort die Theilung des Wassers in den Kolben vor. Ich hielt es für richtig, die Versuche mit verschiedenen Wassermengen anzustellen, um so auf bessere Weise etwaige Differenzen in den Resultaten beurtheilen zu können und dann auch deshalb, weil ich nicht nur mit grossen Wassermengen arbeiten wollte, da ich sehr gut weiss, dass es in solchem Falle viel schwerer ist, das Wasser selbst vor Verunreinigungen der Luftkeime zu schützen. Daher waren die Mengen Meerwasser, mit denen ich experimentirte, von je 25, 100 und 300 ccm. Ich bemerke gleichzeitig, dass es mir rathsam schien, die Versuche sowohl mit unverändertem als mit sterilisirtem Meerwasser anzustellen und zwar den ersten Tag während zwei Stunden, den zweiten während einer Stunde im Dampfsterilisator von Koch. Ich überzeugte mich, dass eine verlängerte Sterilisation nöthig sei, nachdem ich bemerkt hatte, dass einige Bacterienformen, die sich im Wasser vorfanden, einen erheblichen Widerstand, möglicherweise unter der Form von Dauersporen der Temperatur von 100° C. leisteten. Als Recipienten benutzte ich die gewöhnlichen Kochkolben, der Wassermasse entsprechend, so dass dasselbe etwa zu $^2/_3$ die Recipienten anfüllte. Die Erfahrung lehrte mich, dass, da ich den Kolben mit Watte schloss und jedes Mal, wenn ich Proben herausnehmen wollte, den Wattepfropf entfernen musste, sehr leicht, fast unvermeidlich, eine Verunreinigung der Flüssigkeit mit in der Luft schwebenden Keimen eintritt. Um dies zu vermeiden, bediente ich mich folgender Methode:



Mit dem Wattepfropf, der die Flasche schliessen sollte, führte ich gleichzeitig ein Glasrohr *a* ein, das beinahe bis zum Grunde reichte und aussen etwa 5 bis 10 cm hervorragte. Die Oeffnung dieses äussern Endes schloss Ich mit einem kleinen Wattetupfer; darauf wurde das Ganze sterilisirt. — ich führte darauf das Meerwasser ein, indem ich den Wattepfropf ein wenig bei Seite schob, und impfte sogleich die gewünschte Menge der Cultur des zu untersuchenden Mikroorganismus ein. Dann wurde der Verschluss während der ganzen Untersuchung nicht mehr entfernt. Für die das sterilisirte Meerwasser enthaltenden Kolben schob ich ebenfalls den Wattepfropf

nur bei Seite, um den bezüglichen Keim in die Flasche hineinzubringen. Darauf wurde es mir ein Leichtes, kleine Quantitäten des geimpften Meerwassers für die entsprechenden Untersuchungen herauszunehmen, indem ich auf folgende Weise vorging: Kleine, vorher wiederholt gewaschene Stücke eines Kautschukrohres wurden unter Dampf (100° C.) während zweier Stunden sterilisirt, in ein weites mit Watte geschlossenes und sterilisirtes Reactionsrohr gelegt. Jedes Mal wenn ich eine Probe des im Kolben enthaltenen Wassers herausnehmen musste, entfernte ich nach vorheriger Sterilisation an der Flamme den Wattetupfer an dem freien Ende der Röhre und brachte eine der Kautschukröhren an, die in der Mitte durch eine Klemmschraube *b* geschlossen wurde. Das freie Ende dieser Kautschukröhre *c* verband ich mit einer sterilisirten, graduirten Pipette, die gleichfalls an ihrem Ausgange einen Wattetupfer *e* enthielt; darauf brachte ich das Ende *d* der Glasröhre über die Wasserfläche, öffnete die Klemmschraube und blies leicht in die Pipette hinein, um die geringe Flüssigkeit, die sich in dem Ende der Glasröhre noch vorfand, zu vertreiben. Darauf schüttelte ich wiederholt den Kolben, um die Mikroorganismen in der Flüssigkeit gut zu vertheilen, führte darauf die Glasröhre wieder bis zur halben Höhe der Flüssigkeit ein und sog in die Pipette die gewünschte Wassermenge auf, schloss die Klemmschraube und entfernte die Kautschukröhre, sterilisirte an der Flamme das Ende *a* der Glasröhre, worauf ich sie sofort mit einem sterilisirten Wattetupfer wieder schloss. Nachdem ich die Einimpfung mit dem studirten Mikroorganismus in das Meerwasser vorgenommen hatte, machte ich sofort darauf Platten mit Gelatine, um ungefähr das Verhältniss zwischen der Anzahl der entwickelten Colonieen des pathogenen Mikroorganismus und derjenigen der im Meerwasser enthaltenen gewöhnlichen (indifferenten) Bacteriencolonieen kennen zu lernen. Auf diese Weise bestimmte ich die Quantität des eingeimpften Mikroorganismus im sterilisirten Meerwasser und controlirte gleichzeitig, ob die Sterilisation des Wassers selbst eine vollständige gewesen sei.

Die Platten stellte ich nach Schätzung mit verschiedenen Wassermengen her, und verschiedene Male musste ich Verdünnungen mit sterilisirtem, destillirtem Wasser vornehmen. Die Platten wurden in der Temperatur des Zimmers erhalten, einige Male während der heissesten Tage im Eisschrank bei einer Temperatur von 16 bis 18° C. Dann ging ich an die Aufzählung der Colonieen und nahm häufig ihre einfache Abschätzung vor. Wenn die Anzahl der auf den Platten entwickelten Colonieen sehr gross war, ihre Entwickelung aber nicht genug vorgeschritten, schritt ich zum Nachzählen und zur Differenzirung, wobei ich eine 50- bis 60-fache mikroskopische Vergrösserung benutzte, und unter die Platten im Gesichtsfeld eine kleine Talgplatte schob, deren Oberfläche von 1^{qcm} in 100^{qmm} getheilt war. Ueber die Arten der Colonieen gab ich mir Rechenschaft nicht nur mittelst des mikroskopischen Examens jener Colonieen, sondern auch mittelst Klatsch- und Farbpräparaten und mit hängendem Tropfen. Nicht immer war es mir leicht, den Typhusbacillus festzustellen und ihn von anderen zu unterscheiden und deshalb beschränkte ich meine Untersuchungen mit diesem Bacillus auf das Meerwasser, das ich in einer Entfernung von drei Kilometern schöpfte, und das verhältnissmässig arm an gewöhnlichen Bacterien ist.

Ich experimentirte mit vier pathogenen Mikroorganismen und zwar

mit dem Cholera-, Milzbrand- und Typhusbacillus und mit dem Staphylococcus pyogenes aureus.

Um dem Einwurf entgegenzutreten, dass im Untersuchungswasser und besonders im sterilisirten, die Compositionsbedingungen sich sehr verändert haben würden in Folge der Einführung einer gewissen Menge organischer Substanz, in Folge der Einimpfung mit den Culturen, so dass dadurch der Nahrungsboden ungleich günstiger für die Entwickelung der Bacterien geworden wäre, wandte ich für die Einimpfungsculturen nicht peptonisirte, lange gekochte Bouillon an, um so möglicherweise alle coagulirbaren Albuminsubstanzen, die sich darin vorfänden, zu entfernen.

Ich konnte mich überzeugen, dass die vier studirten pathogenen Mikroorganismen auf jenem Nahrungsboden in ganzer Fülle gediehen. Im Uebrigen konnte eine solche Vorsicht wohl nur einen Werth haben für das in beträchtlicher Entfernung vom Canale geschöpfte Meerwasser, während, wie ich mich überzeugen konnte auf Grund entsprechender Analysen, sowohl das Wasser in der Nähe des Canales von Chiatamone, wie jenes 350 ^{m} entfernt geschöpfte, einen reichen Gehalt an organischer und stickstoffhaltiger Substanz aufwiesen.

Dabei muss ich bemerken, dass ich, meinem Zweck entsprechend, absichtlich nicht beobachtete, wie lange sich, besonders im sterilisirten Meerwasser, die verschiedenen Mikroorganismen lebend erhalten würden, denn das war für mich von geringem Interesse, da es für den Hygieniker bei den von mir angestellten Untersuchungen vor Allem darauf ankommt, festzustellen, ob die pathogenen Mikroorganismen ihre Existenz im Meerwasser erhalten und sich in Folge dessen vermehren können. Dass ein pathogener Mikroorganismus sich während eines oder zweier Monate im sterilisirten Meerwasser, in einem Kolben eingeschlossen, lebend erhalten könne, ist von geringem hygienischen Interesse, da man ohne Weiteres behaupten kann, dass jene für die Erhaltung des Mikroorganismus nothwendigen Bedingungen sich im Meere nicht bieten.

In den auf die verschiedenen Untersuchungen sich beziehenden Tabellen habe ich alle Umstände angegeben, die, wie mir scheint, bei der Beurtheilung der Resultate von Werth sein können. Anstatt die von andern Forschern gebrauchten Benennungen anzuwenden, um die reiche Masse der unter der Form von Colonieen auf den Platten reproducirten Mikroorganismen anzugeben, bediente ich mich richtiger, wie mir schien, der Ausdrücke: „reiche Entwickelung", jedes Mal wenn das Nachzählen der entwickelten Colonieen schwierig war, „sehr reiche Entwickelung" in den Fällen, wo jedes Nachzählen gänzlich ausgeschlossen war in Folge der grossen Anzahl der auf den Platten entwickelten Colonieen.

Es ist klar, dass, wie man bemerken muss, jedes Mal, wo man zum Zwecke der Nachzählung der Colonieen die bei den Platten übliche Methode einhält, die erhaltenen Ziffern nur als annähernde zu betrachten sind, besonders wenn die Anzahl der in der Flüssigkeit untersuchten Mikroorganismen sehr gross ist. In der vorliegenden Arbeit, die sich nur auf leichte auch mit einfachen annähernden Ziffern herzustellende Vergleiche stützen konnte, hatte jener Umstand keinen besonderen Werth. — Es gelang mir nur äusserst selten, auf den Platten mit Entwickelung von Colonieen von verschiedenen Arten von Mikroorganismen, einschliesslich jenes des pathogenen Mikroorga-

Tabelle 1

Versuchs-Nummer	Datum	Beschaffenheit des Meerwassers	Bemerkungen	Zahl der sich aus 1 ccm Meerwasser entwickelten Colonieen	Meerwassermenge	Geimpft mit	Menge des zur Herstellung der Platten verbrauchten Meerwassers	sofort: im Ganzen	sofort: davon Cholera	nach 1 Ta[g]: im Ganzen	nach 1 Ta[g]: davo[n] Chol[era]
	1888				ccm						
1	28./9.	zu 3 km Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	Meer ruhig, Himmel heiter seit mehreren Tagen	10	100	ein Tropfen viertägiger Choleracultur in Bouillon bei 37° C. gehalten	$^1/_{20}$ ccm	201,760	ausschliesslich	reiche Entwickelung	[illegible]
2	5./10.	desgl.	Meer etwas unruhig, geringe Niederschläge	80	100	eine Nadelspitze zweitägiger Choleracultur auf Agar-Agar bei 37° C. gehalten	$^1/_{10}$ ccm	194,400	beinahe ausschliesslich	desgl.	[illegible]
3	3./9.	zu 350 m Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	Meer ruhig, Himmel heiter seit mehreren Tagen	26,000	100	eine Oese viertägiger Choleracultur in Bouillon bei 37° C. gehalten	$^1/_5$ ccm mit 10 ccm dest. sterilisirten Wassers verdünnt; man stellt die Platte mit $^1/_{10}$ ccm der Verdünnung her	33,000	1000	480,000	300
4	3./9.	desgl.	desgl.	26,000	300	zwei Tropfen viertägiger Choleracultur in Bouillon bei 37° C. gehalten	$^1/_2$ ccm mit 10 ccm dest. sterilisirten Wassers verdünnt; man stellt die Platte mit $^1/_{10}$ ccm der Verdünnung her	16,800	400	18,400	20
5	20./9.	desgl.	desgl.	12,600	300	zwei Tropfen zweitägiger Choleracultur in Bouillon bei 37° C. gehalten	desgl.	reiche Entwickelung	$^1/_2$	—	—

holerabacillus.

Zahl der sich nach der Impfung entwickelten Colonieen; auf 1 ccm Meerwasser berechnet.

nach 2 Tagen		nach 3 Tagen		nach 4 Tagen		nach 8 Tagen		nach 10 Tagen		nach 16 Tagen		nach 25 Tagen		nach 40 Tagen	
im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.
—	—	reiche Entwickelg.	sehr wenige	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	8,160	0	—	—	715	0	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	52,000	0	—	—	54,000	0	57,000	0	44,000	0	22,000	0
—	—	—	—	18,000	0	—	—	108,000	0	—	—	—	—	—	—
20,000	0	—	—	192,000	0	—	—	reiche Entwickelung	0	—	—	—	—	—	—

Tabelle 1

Versuchs-Nummer	Datum	Beschaffenheit des Meerwassers	Bemerkungen	Zahl der sich aus 1 ccm Meerwasser entwickelten Colonieen	Meerwassermenge	Geimpft mit	Menge des zur Herstellung der Platten verbrauchten Meerwassers	sofort: im Ganzen	sofort: davon Cholera	nach 1 Ta: im Ganzen	nach 1 Ta: davon Cholera
	1888				ccm						
6	5./10.	zu 350 m Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	Meer etwas unruhig, geringe Niederschläge	5,800	25	eine Nadelspitze zweitägiger Choleracultur auf Agar-Agar bei 37° C. gehalten	$^{1}/_{20}$ ccm	sehr reiche Entwickelung	$^{8}/_{10}$	393,120	[illegible]
7	3./9.	zu 50 m Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	Meer ruhig, Himmel heiter seit mehreren Tagen	298,000	100	eine Oese viertägiger Choleracultur in Bouillon bei 37° C. gehalten	$^{1}/_{10}$ ccm mit 10 ccm dest. steril. Wassers verdünnt; man stellt die Platte mit $^{1}/_{20}$ ccm der Verdünnung her	350,000	2000	1,404,000	60
8	3./9.	desgl.	desgl.	298,000	300	drei Oesen viertägiger Choleracultur in Bouillon bei 37° C. gehalten	$^{1}/_{10}$ ccm mit 10 ccm dest. steril. Wassers verdünnt; man stellt die Platte mit $^{1}/_{20}$ ccm der Verdünnung her	148,000	0 (?)	910,000	10.0
9	20./9.	desgl.	desgl.	420,000	300	zwei Tropfen zweitägiger Choleracultur in Bouillon bei 37° C. gehalten	$^{1}/_{2}$ ccm mit 10 ccm dest. steril. Wassers verdünnt; man stellt die Platte mit $^{1}/_{20}$ ccm der Verdünnung her	reiche Entwickelung	0	—	—
10	5./10.	desgl.	Meer etwas unruhig, geringe Niederschläge	392,000	25	eine Nadelspitze zweitägiger Choleracultur auf Agar-Agar bei 37° C. gehalten	$^{1}/_{5}$ ccm mit 10 ccm dest. steril. Wassers verdünnt; man stellt die Platte mit $^{1}/_{20}$ ccm der Verdünnung her	8,186,000	$^{9}/_{10}$	6,576,000	$^{1}/_{2}$

(Fortsetzung.)

Zahl der sich nach der Impfung entwickelten Colonieen; auf 1 ccm Meerwasser berechnet.

nach 2 Tagen		nach 3 Tagen		nach 4 Tagen		nach 8 Tagen		nach 10 Tagen		nach 16 Tagen		nach 25 Tagen		nach 40 Tagen	
im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.	im Ganzen	davon Chol.
90,000	0	—	—	7,080	0	3240	0	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	22,000	0	—	—	34,800	0	129,600	0	32,400	0	65,700	0
—	—	—	—	82,000	0	—	—	30,000	0	—	—	—	—	—	—
1,071,600	0	sehr reiche Entwickelg.	0	—	—	—	—	sehr reiche Entwickelung	0	—	—	—	—	—	—
143,000	0	—	—	28,000	0	reiche Entwickel.	0	—	—	—	—	—	—	—	—

nismus, mit Genauigkeit ihre Anzahl festzustellen; dazu trug auch viel der Umstand bei, dass auf Platten mit lebhafter Colonieenentwickelung mehrerer Arten diejenigen des pathogenen Mikroorganismus fast nie eine solche Grösse erreichten, um ihre charakteristischen Eigenthümlichkeiten gut unterscheiden zu lassen. Als nützlich in solchen Fällen erwies sich mir die Herstellung von Klatschpräparaten auf Deckgläsern, und nachdem ich sie gefärbt hatte, konnte ich die Differenzirung der verschiedenen Colonieen durch starke Vergrösserung vornehmen und somit auch ihr numerisches Verhältniss abschätzen.

Die Resultate meiner Untersuchungen für jeden einzelnen untersuchten pathogenen Mikroorganismus sind die folgenden:

Cholerabacillus. 1. Es ergiebt sich vor allem, dass in verhältnissmässig reinem Meerwasser, d. h. in dem die Anzahl der gewöhnlichen Mikroorganismen wenig bedeutend war, der Cholerabacillus sich für einige Zeit halten konnte, wie aus den Resultaten der Untersuchung 1 und 2 erhellt. In der, 24 Stunden nach der Einimpfung entnommenen Probe, zeigte sich ausser einer sehr erheblichen Zunahme der gemeinen Mikroorganismen auch die Entwickelung von Colonieen des Cholerabacillus, dessen Anzahl jedoch drei Tage nach der Einimpfung erheblich abnahm, entsprechend der grossen Zunahme der anderen Mikroorganismen, und im Wasser der Versuche 2 konnte man das vollständige Verschwinden des Cholerabacillus nachweisen.

2. In dem 350 m von der Canalmündung von Chiatamone entfernt geschöpften Wasser war die Zahl der gewöhnlichen Mikroorganismen ziemlich erheblich, so zwar, dass sie der Lebensfähigkeit des in das Wasser eingeimpften Cholerabacillus eine ernste Concurrenz bereiten musste. Man ersieht aus den vier mit demselben Wasser angestellten Versuchen, dass eine Zunahme des studirten Bacillus 24 Stunden nach der Einimpfung nur ein Mal, und zwar genau bei der dritten Untersuchung eintrat, während sich in allen anderen drei eine Abnahme, nach 2 bis 4 Tagen aber bei allen vier das vollständige Verschwinden zeigte und zwar unabhängig sowohl von der Wasser- wie Einimpfungsmenge.

3. Natürlich war das in der Nähe von 50 m bei der Canalmündung von Chiatamone geschöpfte Wasser bedeutend reichhaltiger an Mikroorganismen als das vorhin erwähnte, und die Anzahl derselben schwankte zwischen 298,000 und 420,000 auf 1 ccm. Aus den Resultaten der Untersuchungen 7, 8, 9, 10 sieht man, dass die Entwickelung von Colonieen des Cholerabacillus selbst gleich nach der Vornahme der Einimpfung und trotz der erheblichen Masse derselben in Untersuchung Nr. 7 sehr gering und in Nr. 8 und 9 gleich Null war. Nur in der Flüssigkeit bei Versuch Nr. 10 zeigte sich eine reiche Entwickelung von Colonieen des

Cholerabacillus, jedoch ist dabei zu bemerken, dass bei jenem Versuche die Wassermasse gering, die Einimpfungsmasse aber bedeutend war, die ausserdem mit Agar-Agarcultur vorgenommen war, wobei es nicht immer leicht ist, den Mikroorganismus in der Flüssigkeit gut und schnell zu vertheilen, da immer schwebende Partikelchen zurückbleiben, auf denen die Bacterien einen für ihre Vervielfältigung überaus günstigen Boden finden können. Diese ohne Zweifel begründete Bemerkung gilt auch für Versuch Nr. 6, der mit Meerwasser aus 350 m Entfernung angestellt wurde. Nach 24 Stunden zeigte sich die Entwickelung der Colonieen des Cholerabacillus auf den Platten der Versuche 7 und 8 in reichlichem Maasse; ausserdem fand sich dieselbe vor auf den Platten des Versuchs Nr. 10, aber mit merklicher Verringerung im Vergleich zu der gleich nach der Einimpfung erhaltenen Entwickelung. In allen vier Versuchen sieht man, dass 2 bis 4 Tage später der Cholerabacillus vollständig aus der Flüssigkeit verschwunden ist, obwohl gleichzeitig sich eine erhebliche Verringerung in der Anzahl der gewöhnlichen Mikroorganismen eingestellt hatte, welche letzteren jedoch bei weiteren Versuchen erheblich grössere Ziffern ergaben, ohne dass sich aber noch Colonieen des Cholerabacillus gezeigt hätten.

4. Die Reihe der Versuche 11 bis 16 wurde mit den drei sterilisirten Wasserproben in verschiedener Quantität ausgeführt. Aus den erhaltenen Resultaten ersieht man, dass sich in allen sechs Versuchen, unabhängig von der Qualität und Quantität des Wassers, schon 24 Stunden nach der Einimpfung und nur in einem Falle nach einem längeren Zeitraume eine äusserst reiche Reproduction des eingeimpften Cholerabacillus einstellte. Es ergab sich ferner, dass der Bacillus selbst, gleichzeitig mit der entsprechenden Vermehrung, sich während vieler Tage in den drei Meerwasserproben erhielt, dass er aber nach einem Zeitraum beständiger, reichlicher Zunahme eine Abnahme, besonders bei den mit grösserer Wassermenge vorgenommenen Versuchen zeigte; und diese Abnahme zeigte sich deutlich stufenweis sinkend. Diese Erscheinungen zeigten sich fast immer unabhängig von der grösseren oder geringeren Impfungsmenge.

Fassen wir nun die erhaltenen Resultate der 16 Versuche mit dem Cholerabacillus zusammen, so lässt sich Folgendes schliessen:

In den über die Existenz und Reproduction des in nicht sterilisirtem Meerwasser eingeimpften Cholerabacillus angestellten Versuchen war von grösstem Einfluss die Quantität der gemeinen Mikroorganismen, die sich im Wasser vorfanden, und gleichzeitig die grosse Fähigkeit derselben zur Reproduction, welche sie offenbar besitzen; deshalb verschwanden, auch wenn man dem Untersuchungswasser eine erhebliche Menge Cholerabacillen ein-

Tabelle 2. Cholerabacillus

Versuchs-Nummer	Datum	Beschaffenheit des Meerwassers	Bemerkungen	Zahl der sich aus 1 ccm Meerwasser entwickelten Colonieen	Meerwassermenge	Geimpft mit	Menge des zur Herstellung der Platten verbrauchten Meerwassers
	1888				ccm		ccm
11	31./8.	zu 3 km Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	Meer ruhig, Himmel heiter seit mehreren Tagen	2	300	zwei Oesen dreitägiger Choleracultur in Bouillon, bei 37° C. gehalten	1/2
12	21./9.	desg.	desgl.	28	300	zwei Tropfen zweitägiger Choleracultur in Bouillon, bei 37° C. gehalten	1/8
13	4./9.	zu 350 m Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	desgl.	26,000	100	ein Tropfen fünftägiger Choleracultur in Bouillon, bei 37° C. gehalten	1/2
14	4./9.	desgl.	desgl.	26,000	300	zwei Tropfen fünftägiger Choleracultur in Bouillon, bei 37° C. gehalten	1/2
15	4./9.	zu 50 m Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	desgl.	293,000	100	ein Tropfen fünftägiger Choleracultur in Bouillon, bei 37° C. gehalten	1/2
16	4./9.	desgl.	desgl.	298,000	300	zwei Tropfen fünftägiger Choleracultur in Bouillon, bei 37° C. gehalten	1/2

(im sterilisirten Meerwasser).

Zahl der sich nach der Impfung entwickelten Colonieen; auf 1 ccm Meerwasser berechnet								
sofort	nach 1 Tag	nach 3 Tagen	nach 4 Tagen	nach 8 Tagen	nach 10 Tagen	nach 16 Tagen	nach 25 Tagen	nach 36 Tagen
7392	4464	—	sehr reiche Entwickelung	reiche Entwickelung	reiche Entwickelung	0	0	—
sehr reiche Entwickelung	sehr reiche Entwickelung	sehr reiche Entwickelung	—	—	reiche Entwickelung (verunreinigt)	—	—	—
14,040	desgl.	—	36,000	—	sehr reiche Entwickelung	sehr reiche Entwickelung	sehr reiche Entwickelung	reiche Entwickelung
7,552	desgl.	—	50,000	—	3240	20,000	11,280	6,300
17,160	desgl.	—	sehr reiche Entwickelung	—	sehr reiche Entwickelung	sehr reiche Entwickelung	21,736	700
5,400	desgl.	—	desgl.	—	desgl.	desgl.	10,868	0

impfte, dieselben nach kurzer Zeit, und zwar zeigte sich dies Verschwinden früher oder später, je nach der Menge der gemeinen Mikroorganismen im Wasser, und wo diese Menge beträchtlich war, zeigte sich das Verschwinden noch vor Ablauf der 24 Stunden nach der Einimpfung, und zwar bei den mit grösserer Wassermenge angestellten Versuchen.

Das sterilisirte Meerwasser bot in den von mir vorgenommenen Versuchen dem Cholerabacillus immer einen sehr günstigen Boden für eine reiche Reproduction, und das konnte immer schon in den ersten 24 Stunden nach der Einimpfung constatirt werden. Fast dieselben Resultate ergaben die Versuche sowohl mit dem in einer Entfernung von drei Kilometern geholten Seewasser, das also sehr arm an Mikroorganismen und vermuthlich auch an organischer Substanz war, als auch mit dem in einer Entfernung von 350, resp. 50^{m} vom Canale entnommenen Wasser. Man kann also behaupten, dass im sterilisirten Meerwasser der Cholerabacillus, unabhängig von der chemischen Eigenthümlichkeit desselben, sich üppig vervielfältigen und sich lange Zeit lebend erhalten kann. Aber diese offenbare Reproductionsfähigkeit würde nach einem gewissen Zeitraum sich vermindern, um dann einer stetigen Abnahme des Bacillus zu weichen, bis er schliesslich vollständig verschwunden sein wird.

Milzbrandbacillus. Ich experimentirte mit Milzbrandkeimen, von deren pathogener Virulenz ich mich vorher überzeugt hatte, und die ich auch noch nach drei Monaten constatiren konnte, wo ich Gelegenheit hatte, jenen Keim bei den mit Thieren vorgenommenen Versuchen zu benutzen; darüber werde ich später sprechen.

Die in Bouilloncultur dem Untersuchungswasser eingeimpfte Masse war grösser, als die beim Cholera- und Typhusbacillus angewandte, weil ich vermuthete, dass z. B. in einem Tropfen der Bouilloncultur die Anzahl der Bacillen der Cholera und des Typhus bei Weitem grösser sei, als diejenigen, die sich in gleicher Menge in Bouilloncultur des Milzbrandbacillus vorfinden. Im Uebrigen hielt ich bei der Wasserart und Wassermenge dasselbe Verhältniss ein, wie beim Cholerabacillus.

1. In nicht sterilisirtem, in einer Entfernung von drei Kilometern geschöpftem Wasser, das arm an gemeinen Bacterien war, zeigte sich (Versuch 17) eine fast ausschliessliche Entwickelung des Milzbrandbacillus, während man schon nach 24 Stunden auf den Platten nur wenige jener Colonieen zählen konnte, und die Untersuchung gab schon nach 4 bis 5 Tagen ein ganz negatives Resultat, entsprechend der sehr grossen Zunahme an gemeinen Mikroorganismen. — Bei der zweiten Untersuchung mit Wasser aus derselben Entfernung, das jedoch 22 Mal reichhaltiger an Mikroorganismen war als das vorher benutzte, konnte man sofort nach

erfolgter Einimpfung die Entwickelung von äusserst wenigen Colonieen von Milzbrandbacillus constatiren und 24 Stunden nach der Einimpfung war das Resultat ein gänzlich negatives, während sich eine äusserst reiche Reproduction der gemeinen Mikroorganismen zeigte.

2. Die Versuche 19, 20, 21, 22 bezogen sich auf Meerwasser aus einer Entfernung von 350 m von der Canalmündung, in dem der Gehalt an gemeinen Mikroorganismen schwankte zwischen 26,000 und 9350 auf 1 ccm. Beim Wasser der Versuche 19 und 20 zeigte sich, obgleich es verhältnissmässig reicher an Mikroorganismen war, als die anderen, auf gleich nach der Impfung hergestellten Platten eine schwache Entwickelung von Milzbrandcolonieen im Verhältniss zur eingeimpften Culturmenge; während man auf den Platten der Versuche 21 und 22 selbst nicht einmal sofort nach der Einimpfung die Entwickelung von Milzbrandcolonieen beobachten konnte. In allen vier Versuchen war das Resultat nach 24 Stunden ein durchaus negatives, und zwar auch für eine lange Reihe von Tagen.

3. Fast ganz dieselben Resultate ergaben sich aus dem in einer Entfernung von 50 m vom Canal von Chiatamone entnommenen Wasser. Auch hiermit wurden vier Versuche angestellt, wobei sowohl die Quantität des Wassers wie des Impfstoffes eine verschiedene war. Nur beim ersten Versuche zeigte sich auf den gleich nach der Einimpfung hergestellten Platten die Entwickelung von verhältnissmässig weniger Colonieen des Milzbrandbacillus, dagegen war es nicht möglich, die Entwickelung von Milzbrandcolonieen auf allen den anderen Platten zu constatiren, welche in verschiedenen Zeiträumen vom Momente der Einimpfung an hergestellt wurden. — Aus den Resultaten 17 bis 26 entstand in mir der Verdacht, dass es vielleicht möglich sei, dass der Milzbrandbacillus in seiner Entwickelung auf dem künstlichen Nahrungsboden beeinflusst bliebe von der Entwickelung der anderen Mikroorganismen, dass man aber dennoch nachweisen könne, dass der Bacillus im Meerwasser, auch wenn seine Reproduction verhindert würde, doch sich lebend erhielte und seine Virulenzkraft bewahrte. Den sichersten Weg, diese Hypothese aufzuklären, boten natürlich die Einimpfungen an den Thieren. Deshalb injicirte ich zehn Tage nach der Inficirung

vom Versuchswasser Nr. 20, 5 ccm in die Bauchhöhle eines Meerschweinchens;
„ „ Nr. 21, 5 ccm in die Bauchhöhle eines kleinen Kaninchens;
„ „ Nr. 24, 10 ccm in die Bauchhöhle eines grossen Kaninchens;

Tabelle 3.

Versuchs-Nummer	Datum	Beschaffenheit des Meerwassers	Bemerkungen	Zahl der sich aus 1 ccm Meerwasser entwickelten Colonieen	Meerwassermenge	Geimpft mit	Menge des zur Herstellung der Platten verbrauchten Meerwassers	sofort		nach 1 Tage	
								im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand
	1888				ccm						
17	28./9.	zu 3 km Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	Meer ruhig, Himmel heiter seit mehreren Tagen	10	100	sechs Tropfen sechstägiger Milzbrandcultur in Bouillon bei 18 bis 20° C. gehalten	1/20 ccm	24,960	ausschliesslich	3500	wenige
18	9./10.	desgl.	Meer ruhig, starker Regen am vorigen Tage	220	100	eine Nadelspitze mehrtägiger Milzbrandcultur auf Agar-Agar bei 37° C. gehalten	1/10 ccm	350	sehr wenige	reiche Entwickelung	0
19	3./9.	zu 350 m Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	Meer ruhig, Himmel heiter seit mehreren Tagen	26,000	100	zwei Tropfen viertägiger Milzbrandcultur in Bouillon bei 36° C. gehalten	1/2 ccm in 10 ccm destill. sterilisirten Wassers; man stellt die Platte mit 1/10 ccm der Verdünnung her	28,350	1500	296,000	0
20	3./9.	desgl.	desgl.	26,000	300	zwei Tropfen zweitägiger Milzbrandcultur in Bouillon bei 36° C. gehalten	1/2 ccm in 10 ccm destill. sterilisirten Wassers; man stellt die Platte mit 1/10 ccm der Verdünnung her	34,500	1000	75,000	0
21	20./9.	desgl.	desgl.	12,600	300	zwei Tropfen zweitägiger Milzbrandcultur in Bouillon bei 36° C. gehalten	1/20 ccm	11,650	0	18,604	0

Milzbrandbacillus.

Zahl der sich nach der Impfung entwickelten Colonieen;
auf 1^{ccm} Meerwasser berechnet

nach 2 Tagen		nach 4 Tagen		nach 5 Tagen		nach 10 Tagen		nach 16 Tagen		nach 25 Tagen		nach 36 Tagen		nach 40 Tagen	
im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand
—	—	—	—	reiche Entwickelung	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	18,000	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	450,000	0	—	—	sehr reiche Entwickelung	0	80,000	0	135,000	0	98,000	0	—	—
—	—	26,500	0	—	—	10,500	0	Nach 10 Tagen werden einem Meerschweinchen 5^{ccm} des geimpften Meerwassers in die Peritonealhöhle eingespritzt; das Thier bleibt ganz gesund							
—	—	5700	0	—	—	7200	0	Nach 10 Tagen werden einem mittelgrossen Kaninchen 5^{ccm} des geimpften Meerwassers in die Bauchhöhle eingespritzt; das Thier bleibt ganz gesund							

Tabelle 3.

Versuchs-Nummer	Datum	Beschaffenheit des Meerwassers	Bemerkungen	Zahl der sich aus 1 ccm Meerwasser entwickelten Colonieen	Meerwassermenge	Geimpft mit	Menge des zur Herstellung der Platten verbrauchten Meerwassers	sofort: im Ganzen	sofort: davon Milzbrand	nach 1 Tage: im Ganzen	nach 1 Tage: davon Milzbrand
22	1888 9./10.	zu 350 m Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	Meer ruhig, starker Regen am vorigen Tage	9380	ccm 25	eine Nadelspitze zweitäg. Milzbrandcultur auf Agar-Agar bei 37° C. gehalten	1/20 ccm	—	—	28,400	0
23	3./9.	zu 50 m Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	Meer ruhig, Himmel heiter seit mehreren Tagen	298,000	100	zwei Tropfen viertägiger Milzbrandcultur in Bouillon bei 36° C. gehalten	1/10 ccm in 10 ccm destill. sterilisirten Wassers; man stellt die Platte mit 1/20 ccm der Verdünnung her	266,000	2000	1,206,000	0
24	3./9.	desgl.	desgl.	298,000	300	sechs Tropfen viertägiger Milzbrandcultur in Bouillon bei 36° C. gehalten	1/10 ccm in 10 ccm destill. sterilisirten Wassers; man stellt die Platte mit 1/20 ccm der Verdünnung her	176,000	0	224,000	0
25	20./9.	desgl.	desgl.	420,000	300	zwei Tropfen zweitägiger Milzbrandcultur in Bouillon bei 36° C. gehalten	1/2 ccm in 10 ccm destill. sterilisirten Wassers; man stellt die Platte mit 1/10 ccm der Verdünnung her	460,000	0	—	—
26	9./10.	desgl.	Meer ruhig, starker Regen am vorigen Tage	156,000	25	eine Nadelspitze zweitägiger Milzbrandcultur auf Agar-Agar bei 36° C. gehalten	1/5 ccm in 10 ccm destill. sterilisirten Wassers; man stellt die Platte mit 1/20 ccm der Verdünnung her	146,000	0	222,000	0

(Fortsetzung.)

Zahl der sich nach der Impfung entwickelten Colonieen; auf 1 ccm Meerwasser berechnet

nach 2 Tagen		nach 4 Tagen		nach 5 Tagen		nach 10 Tagen		nach 16 Tagen		nach 25 Tagen		nach 36 Tagen		nach 40 Tagen	
im [G]anzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand	im Ganzen	davon Milzbrand
…6.000	0	7400	0	5410	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	reiche Entwickelung	0	—	—	reiche Entwickelung	0	1,472,500	0	165,000	0	—	—	1200	0
—	—	112,000	0	—	—	70,000	0	Nach 10 Tagen werden einem grossen Kaninchen 10 ccm des geimpften Meerwassers in die Bauchhöhle eingespritzt; das Thier bleibt ganz gesund							
…6,000	0	11,000	0	—	—	112,000	0	Nach 10 Tagen werden einem kleinen Kaninchen 5 ccm des geimpften Meerwassers in die Bauchhöhle eingespritzt; das Thier bleibt ganz gesund							
…0.000	0	70,000	0	Nach 4 Tagen werden einem Meerschweinchen 3 ccm des geimpften Meerwassers in die Bauchhöhle eingespritzt; das Thier bleibt ganz gesund											

Tabelle 4. Milzbrandbacillus

Versuchs-Nummer	Datum	Beschaffenheit des Meerwassers	Bemerkungen	Zahl der sich aus 1 ccm Meerwasser entwickelten Colonieen	Meerwassermenge	Geimpft mit
	1888				ccm	
27	31./8.	zu drei Kilometern Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	Meer ruhig; Himmel heiter seit mehreren Tagen	10	300	zwei Tropfen viertäg. Milzbrandcultur in Bouillon bei 18 bis 20° C. gehalten
28	4./9.	zu 350 m Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	desgl.	26,000	100	zwei Tropfen fünftägiger Milzbrandcultur in Bouillon bei 36° C. gehalten
29	4./9.	desgl.	desgl.	26,000	300	sechs Tropfen fünftägiger Milzbrandcultur in Bouillon bei 36° C. gehalten
30	4./9.	zu 50 m Entfernung von der Mündung des Canals von Chiatamone	desgl.	298,000	100	zwei Tropfen fünftägiger Milzbrandcultur in Bouillon bei 36° C. gehalten
31	4./9.	desgl.	desgl.	298,000	300	sechs Tropfen fünftägiger Milzbrandcultur in Bouillon bei 36° C. gehalten

vom Versuchswasser Nr. 25, 5 ccm in die Bauchhöhle eines kleinen Kaninchens;
„ „ Nr. 26, vier Tage nach der Einimpfung, 3 ccm in die Bauchhöhle eines Meerschweinchens.

Alle fünf geimpften Thiere blieben vollkommen unversehrt und zeigten durchaus keine Krankheitssymptome.

4. Fünf Versuche habe ich ausgeführt (27 bis 31) mit dem Milzbrandbacillus im sterilisirten Meerwasser. In Versuch 27, mit sterilisirtem in einer Entfernung von drei Kilometern vom Canale entnommenen Wasser, zeigte sich schon 24 Stunden nach der Einimpfung eine beträchtliche Verringerung der auf den Platten entwickelten Colonieen im Vergleich mit den gleich nach der Einimpfung hergestellten, und diese Verringerung war noch grösser nach vier Tagen, während die noch später hergestellten Platten gar kein Resultat aufwiesen. Die mit dem Meerwasser, das aus

(im sterilisirten Meerwasser).

Menge des zur Herstellung der Platten verbrauchten Meerwassers	Zahl der sich nach der Impfung entwickelten Colonieen; auf 1 ccm Meerwasser berechnet						
	sofort	nach 1 Tage	nach 4 Tagen	nach 10 Tagen	nach 16 Tagen	nach 25 Tagen	nach 36 Tagen
ccm 1/2	120	28	16	0	0	0	—
1/2	0	1680	reiche Entwickelung	reiche Entwickelung	sehr reiche Entwickelung	reiche Entwickelung	950
1/2	0	1040	desgl.	1360	0	0	0
1/2	1052	31,320	sehr reiche Entwickelung	sehr reiche Entwickelung	sehr reiche Entwickelung	reiche Entwickelung	768
1/2	824	66,760	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	1230

einer Entfernung von 350 resp. 50 m vom Canal entnommen war, angestellten Versuche gaben fast die gleichen Resultate. Bei beiden Wasserarten zeigte der Milzbrandbacillus schon 24 Stunden nach der Einimpfung eine beträchtliche Zunahme, welche nach vier Tagen stieg, und bei drei Versuchen (28, 30, 31) erhielt sich diese Zunahme bis zum 25. Tage, um dann eine erhebliche Verminderung zu erleiden, welch' letztere sich aber beim Versuch 29 schon 10 Tage nach der Einimpfung einstellte, und schon am 16. Tage fand sich kein Bacillus mehr vor.

Man ersieht aus den bisher auseinandergesetzten Resultaten der Versuche mit dem Milzbrandbacillus, dass er sich ähnlich dem Cholerabacillus im Meerwasser verhält.

Auch hier kann man behaupten, dass in dem Wettkampf, der sich im Meerwasser zwischen gemeinen Mikroorganismen und dem Milzbrandbacillus entwickelt, letzterer von ersteren überflügelt wird, und sein mehr oder weniger schnelles Verschwinden aus dem Wasser steht im Verhält-

niss zu der Anzahl der gemeinen Mikroorganismen und wohl vor allem zu ihrer Reproductionsfähigkeit.

Es überrascht sicherlich die Thatsache, dass auch die Sporen des Milzbrandes, die in der grössten Anzahl der von mir gebrauchten Culturen enthalten waren, dem Einflusse der gemeinen Mikroorganismen keinen Widerstand leisten. Von dieser Thatsache konnte ich mich noch näher überzeugen, als ich in 300 ccm Meerwasser, das 50 m entfernt vom Canal entnommen war, eine Nadel von Milzbrandcultur auf Agar-Agar einimpfte, die vollständig sporificirt und über einen Monat alt war.

Ich stellte sofort nach der Einimpfung Platten her und wiederholte diese Herstellung nach 1, 2 und 4 Tagen, aber niemals konnte ich die Entwickelung von Colonieen des Milzbrandbacillus erhalten. Es ist nun auf Grund dessen, was man über die Widerstandsfähigkeit der Milzbrandsporen weiss, schwerlich anzunehmen, dass diese in derselben Weise wie der Bacillus in der Concurrenz mit den gemeinen Mikroorganismen untergingen; ich möchte daher zu folgender Erklärung der Thatsache mich verstehen, dass die Sporen in der Flüssigkeit keimen, dass aber die entstandenen Bacillen, da sie die für ihr weiteres Fortkommen nothwendigen Bedingungen nicht finden, in kurzer Zeit getödtet werden, so dass nach einer gewissen Zeit die Sporen aus der Flüssigkeit verschwinden, d. h. nachdem alle gekeimt haben. Dass sich das Verschwinden thatsächlich einstellt, das beweisen ohne Zweifel die mit negativem Resultate vorgenommenen Inoculirungen bei Thieren.

Das sterilisirte Meerwasser zeigte sich wie beim Cholerabacillus nicht nur als günstiger Boden für die Erhaltung, sondern auch für die reiche Vervielfältigung des Milzbrandbacillus und zwar für kürzere oder längere Zeit; bei allen fraglichen Untersuchungen machte nur das Wasser, das in einer Entfernung von drei Kilometern geschöpft wurde und daher verhältnissmässig rein war, eine Ausnahme, da sich bei demselben schon 24 Stunden nach der Impfung eine Abnahme und nach vier Tagen das vollständige Verschwinden des Anthraxbacillus einstellte.

Typhusbacillus. Wie ich schon bemerkte, beziehen sich die wenigen, mit dem Typhusbacillus angestellten Versuche auf sein Verhalten im sterilisirten Meerwasser, da sich die Resultate von zwei Versuchen auf nicht sterilisirtes, in einer Entfernung von drei Kilometern entnommenes Wasser beziehen.

1. In diesen beiden Untersuchungen enthielt das Versuchswasser gleich nach dem Ausheben eine geringe Anzahl von Mikroorganismen (10 und 80 per Cubikcentimeter). Auf den sofort nach der Einimpfung mit dem Typhusbacillus hergestellten Culturplatten beobachtete ich fast aus-

schliesslich eine reiche Entwickelung des Typhusbacillus, während sich nach 24 Stunden eine üppige Entwickelung von gemeinen Meerwassermikroorganismen und eine Abnahme des Typhusbacillus einstellte, welche letztere beim Versuch 33 nach vier Tagen noch auffälliger wurde, am deutlichsten aber neun Tage nach der Impfung war.

2. In dem sterilisirten, aus einer Entfernung von drei Kilometern entnommenen Meerwasser bot der Typhusbacillus sofort nach der Impfung Platten mit reicher Colonieenentwickelung dar, nach 24 Stunden beobachtete man eine sehr ausgesprochene Abnahme, nach zwei Tagen eine dreifache Zunahme und nach neun Tagen zeigte sich letztere auf derselben Höhe.

Beim sterilisirten Meerwasser aus einer Entfernung von 350 m stellte sich (Versuch 35), nachdem gleich nach der Impfung eine reiche Entwickelung des Typhusbacillus erfolgt war, nach zwei Tagen eine erhebliche Abnahme, nach vier Tagen eine üppige Vermehrung und nach 14 Tagen wiederum eine beträchtliche Abnahme ein. In Versuch 36 konnte man nach drei Tagen constatiren, dass die Colonieenentwickelung die gleiche wie die sofort nach der Impfung erhaltene war; nach zehn Tagen blieben die Platten steril.

Beim Versuch 37 mit sterilisirtem Meerwasser aus 50 m Entfernung zeigte sich 48 Stunden nach der Impfung eine Zunahme, nach zehn Tagen eine Abnahme, welche nach 15 Tagen noch erheblicher war; im Versuch 38 konnte man beobachten, dass nach drei Tagen etwa dieselbe Quantität Typhusbacillen wie nach der Impfung sich vorfand, während ihre Anzahl nach zehn Tagen erheblich geringer war.

Aus den Resultaten dieser Beobachtungen könnte man, natürlich unter Vorbehalt, Folgendes schliessen: dass der Typhusbacillus im Meerwasser, das eine geringe Anzahl von gemeinen Mikroorganismen enthielt, in seiner Quantität stufenweise abnahm, und zwar genau im Verhältniss zur Zunahme der anderen Mikroorganismen, dass er aber während mehrerer Tage sich lebensfähig erhielt.

In den drei Proben sterilisirten Meerwassers fand der Typhusbacillus in der ersten Periode der Beobachtung einen günstigen Boden für seine Vermehrung, die sich jedoch meistens nur einen gewissen Zeitabschnitt nach der Einimpfung einstellte, deshalb zeigte sich in den ersten 24 Stunden eher eine Abnahme. — Die Dauer der Zunahme schwankt in den verschiedenen Versuchen, überschreitet jedoch niemals zehn Tage.

Aus dem Unterschiede über die Verhaltungsweise des Typhusbacillus in den drei verschiedenen sterilisirten Meerwasserproben würde hervorgehen, dass die Proben von 50 und 350 m Entfernung dem Typhusbacillus

Tabelle 5.

Versuchs-Nummer	Datum	Beschaffenheit des Meerwassers	Bemerkungen	Zahl der sich aus 1 ccm Meerwasser entwickelten Colonieen	Meerwassermenge	Geimpft mit
	1888				ccm	
32	28./9.	zu 3 km Entfernung von der Mündung des Canals v. Chiatamone	Meer ruhig, Himmel heiter seit mehreren Tagen	10	100	drei Tropfen fünftägiger Typhuscultur in Bouillon, bei 36° C. gehalten
33	5./10.	desgl.	Meer etwas unruhig; wenig Regen	80	100	eine Nadelspitze zweitägiger Typhuscultur auf Agar-Agar, bei 36° C. gehalten

Tabelle 6. Typhusbacillus

Versuchs-Nummer	Datum	Beschaffenheit des Meerwassers	Bemerkungen	Zahl der sich aus 1 ccm Meerwasser entwickelten Colonieen	Meerwassermenge	Geimpft mit
	1888				ccm	
34	21./9.	zu 3 km Entfernung von der Mündung des Canals v. Chiatamone	Meerruhig; Himmel heiter seit mehreren Tagen	28	300	zwei Tropfen achttägiger Typhuscultur in Bouillon, bei 36° C. gehalten
35	20./9.	zu 350 m Entfernung von der Mündung des Canals v. Chiatamone	desgl.	12,600	100	desgl.
36	6./10.	desgl.	Meer unruhig; wenig Regen	5300	100	eine Nadelspitze zweitägiger Typhuscultur auf Agar-Agar, bei 36° C. gehalten
37	20./9.	zu 50 m Entfernung von der Mündung des Canals v. Chiatamone	Meer ruhig; Himmel heiter seit mehreren Tagen	420,000	100	zwei Tropfen achttägiger Typhuscultur in Bouillon, bei 36° C. gehalten
38	6./10.	desgl.	Meer unruhig; wenig Regen	392,000	100	eine Nadelspitze zweitägiger Typhuscultur auf Agar-Agar, bei 36° C. gehalten

Typhusbacillus.

Menge des zur Herstellung der Platten verbrauchten Meerwassers	Zahl der sich nach der Impfung entwickelten Colonieen; auf 1 ccm Meerwasser berechnet									
	sofort		nach 1 Tag		nach 4 Tagen		nach 5 Tagen		nach 9 Tagen	
	im Ganzen	davon Typhus	im Ganzen	davon Typhus	im Ganzen	davon Typhus	im Ganzen	davon Typhus	im Ganzen	davon Typhus
ccm										
$^1/_{20}$	46,360	ausschliessl.	reiche Entwickl.	$^3/_4$	reiche Entwickl.	$^1/_2$	—	—	—	—
$^1/_{10}$	reiche Entwickl.	fast ausschliessl.	desgl.	$^3/_4$	9800	$^1/_2$	—	—	7200	912

(im sterilisirten Meerwasser).

Menge des zur Herstellung der Platten verbrauchten Meerwassers	Zahl der sich nach der Impfung entwickelten Colonieen; auf 1 ccm Meerwasser berechnet							
	sofort	nach 1 Tag	nach 2 Tagen	nach 4 Tagen	nach 9 Tagen	nach 10 Tagen	nach 14 Tagen	nach 25 Tagen
ccm								
$^1/_{10}$	reiche Entwickelung	4700	12,400	—	11,800	—	—	—
$^1/_{10}$	desgl.	—	19,200	sehr reiche Entwickl.	—	—	11,300	—
$^1/_{10}$	sehr reiche Entwickl.	—	—	desgl.	—	reiche Entwickl.	—	—
$^1/_{10}$	desgl.	—	sehr reiche Entwickl.	—	—	desgl.	—	12,500
$^1/_{10}$	desgl.	—	desgl.	—	—	4800	—	—

einen günstigeren Boden geboten haben, als das in einer Entfernung von drei Kilometern geschöpfte Wasser.

Staphylococcus pyogenes aureus. 1. Beim Meerwasser aus drei Kilometer Entfernung, das nur zehn Mikroorganismen auf 1 ^{ccm} enthielt, zeigte derselbe in Versuch 39 gleich nach der Impfung eine ausschliessliche, reiche Entwickelung; nach 24 Stunden ergaben die hergestellten Platten eine Abnahme, die nach fünf Tagen noch bedeutender war. — Dasselbe geschah beim Versuch 40, bei dem man ein an Bacterien (80 in 1 ^{ccm}) etwas reichhaltigeres Wasser benutzte, und hier war die Abnahme des Staphylococcus nach neun Tagen sehr erheblich, gleichzeitig mit der ausgesprochensten Abnahme der gemeinen Mikroorganismen, die ihre höchste Zunahme am vierten Tage zeigten.

2. Mit dem Meerwasser aus 350 ^{m} Entfernung stellte ich zwei Versuche an. Beim ersten (41) enthielt das Wasser 26,000 Mikroorganismen auf 1 ^{ccm} und in demselben zeigte sich während der ganzen Untersuchungsdauer, die 36 Tage umfasste, auf den hergestellten Platten die Entwickelung des Staphylococcus aureus gleichzeitig mit derjenigen der gemeinen Mikroorganismen. Die Stärke seiner Entwickelung war verschieden. 24 Stunden nach der Einimpfung bot sich eine schwache Entwickelung dar im Verhältniss mit der gleich nach der Impfung erhaltenen; am vierten Tage war die Zahl der entwickelten Colonieen wenig verschieden von derjenigen, die sich 24 Stunden nach der Einimpfung einstellte. Dagegen beobachtete man auf den hergestellten Platten nach 10 und 16 Tagen eine erhebliche und fortschreitende Zunahme, auch im Verhältniss zur Menge der Colonieen der gemeinen Mikroorganismen. Am 25. Tage stellte sich eine Abnahme ein, eine noch erheblichere am 36. Tage. Zu dieser Zeit war die Zahl der entwickelten Colonieen fast gleich derjenigen, welche sich nach 24 Stunden auf den hergestellten Platten zeigte.

In dem zweiten Versuche (42), bei dem die Quantität der gemeinen Mikroorganismen 5300 in 1 ^{ccm} war, und auch die Masse des Impfstoffes erheblich auf nur 25 ^{ccm} Meerwasser, erhielt man sofort nach 24 Stunden eine sehr reiche Entwickelung und eine bedeutende Zunahme der Staphylococcuscolonieen, während auf den hergestellten Platten nach zwei, vier und acht Tagen ihre Zahl stufenweise abnahm, zugleich mit der Abnahme der gemeinen Mikroorganismen.

3. Bei den beiden Versuchen (43, 44) mit Wasser aus einer Entfernung von 50 ^{m}, in dem die Zahl der gemeinen Mikroorganismen sehr gross war, konnte man, nachdem die üppige Entwickelung von Staphylococcuscolonieen festgestellt war, auf den 24 Stunden später hergestellten Platten des ersten Versuches eine sehr fühlbare Abnahme, dagegen auf

denjenigen des zweiten Versuches eine Zunahme beobachten. Letztere zeigte sich beim ersten Versuch erst auf den nach 10 Tagen, war grösser auf den nach 16 und bedeutend auf den nach 25 Tagen hergestellten Platten, während sich 40 Tage nach der Impfung eine sehr grosse Abnahme sowohl der Colonieen der gemeinen Mikroorganismen wie derjenigen des Staphylococcus einstellte.

Beim Versuch 44 dagegen erhielt man, entsprechend der 24 Stunden nach der Impfung erfolgten Zunahme, eine Abnahme schon am zweiten Tage, eine sehr erhebliche am vierten, auf die dann am achten eine Zunahme folgte.

4. Drei Versuche 45, 46, 47 ergaben die Resultate über das Verhalten des Staphylococcus pyogenes aureus im sterilisirten Meerwasser. Versuch 45 bezieht sich auf Meerwasser aus drei Kilometer Entfernung. Darin war die Reproduction des Staphylococcus progressiv, aber langsam, und erreichte ihr Maximum kaum nach 16 Tagen, darauf stellte sich eine Abnahme ein, so dass am 40. Tage die Anzahl der auf den Platten entwickelten Colonieen etwas geringer war, als diejenige, die sich gleich nach der Impfung ergab. — Dabei muss jedoch bemerkt werden, dass dieser Versuch mit 300 ^{ccm} Meerwasser gemacht wurde.

Bei den anderen Versuchen (46, 47) konnte der Staphylococcus in kurzer Zeit sich sehr üppig entwickeln und ergab im Meerwasser aus 350 ^{m} Entfernung auch am 36. Tage eine reiche Entwickelung, während in demjenigen aus 50 ^{m} Entfernung nach 16 Tagen kaum 30 auf 1 ^{ccm}, nach 25 Tagen 16 Colonieen sich zeigten. Nach 36 Tagen blieben die Platten steril.

Auf Grund der erhaltenen Resultate kann man behaupten, dass der Staphylococcus pyogenes aureus sich für lange Zeit im Meerwasser lebend erhalten konnte; dass jedoch seine Fähigkeit sich zu reproduciren sich nicht immer klar zeigte, weil bei der grösseren Anzahl der Untersuchungen eine fortschreitende Abnahme der Colonieen, welche sich auf den Platten entwickelt hatten, bemerkbar war. Diese Abnahme in dem an Mikroorganismen reichen Meerwasser wird gleichsam gleichzeitig mit der Abnahme der letzteren eingetreten sein; während in dem Meerwasser mit wenigen Mikroorganismen diese, trotz des Vorhandenseins des Staphylococcus, anfangs sich vermehrten, dann aber gleichzeitig mit dem Verschwinden des Staphylococcus selbst abnahmen.

Das Ergebniss der Untersuchungen, und zwar besonders derjenigen, welche sich auf den Milzbrandbacillus wie auch auf seine Sporen beziehen, war derartig, um mich zu einem besonderen Studium zu veranlassen, um

Tabelle 7. Staphylococcus

Versuchs-Nummer	Datum	Beschaffenheit des Meerwassers	Bemerkungen	Zahl der sich aus 1 ccm Meerwasser entwickelten Colonieen	Meerwassermenge	Geimpft mit	Menge des zur Herstellung der Platten verbrauchten Meerwassers	sofort: im Ganzen	sofort: davon Staph.	nach 1 Tag: im Ganzen	nach 1 Tag: davon Staph.
	1888				ccm						
39	28./9.	zu 8 km Entfernung v. d. Mündung des Canals v. Chiatam.	Meer ruhig, Himmel heiter seit mehreren Tagen	10	100	zwei Tropfen zwanzigtägig. Staph.-Cultur in Bouillon bei 18—20° C. gehalten	$^1/_{20}$ ccm	126,880	fast ausschliesslich	96,300	$^2/_3$
40	5./10.	desgl.	Meer etwas unruhig, wenig Regen	80	100	eine Nadelsp. viertägiger Staph.-Cultur auf Agar-Agar bei 36° C. gehalten	$^1/_{10}$ ccm	reiche Entwickelung	desgl.	117,500	117,00[illegible]
41	3./9.	zu 350 m Entfernung von der Mündung des Canals v. Chiatam.	Meer ruhig, Himmel heiter seit mehreren Tagen	26,000	100	ein Tropfen viertägiger Staph.-Cultur in Bouillon bei 36° C. gehalten	$^1/_2$ ccm in 10 ccm destill. steril. Wasser; man stellt d. Platte mit $^1/_{10}$ ccm der Verdünnung her	182,000	$^3/_4$	210,000	3000
42	5./10.	desgl.	Meer etwas unruhig, wenig Regen	5300	25	eine Nadelsp. fünftägiger Staph.-Cultur auf Agar-Agar bei 36° C. gehalten	$^1/_5$ ccm in 10 ccm destill. steril. Wasser; man stellt d. Platte mit $^1/_{10}$ ccm der Verdünnung her	sehr reiche Entwickelung	$^9/_{10}$	sehr reiche Entwickelung	$^7/_{10}$
43	3./9.	zu 50 m Entfernung von der Mündung des Canals v. Chiatam.	Meer ruhig, Himmel heiter seit mehreren Tagen	298,000	100	ein Tropfen viertägiger Staph.-Cultur auf Agar-Agar bei 36° C. gehalten	$^1/_{10}$ ccm in 10 ccm destill. steril. Wasser; man stellt d. Platte mit $^1/_{20}$ ccm der Verdünnung her	546,000	$^1/_2$	194,000	2850
44	5./10.	desgl.	Meer etwas unruhig, wenig Regen	392,000	25	eine Nadelsp. fünftägiger Staph.-Cultur auf Agar-Agar bei 36° C. gehalten	$^1/_5$ ccm in 10 ccm destill. steril. Wasser; man stellt d. Platte mit $^1/_{20}$ ccm der Verdünnung her	587,600	$^1/_2$	504,000	$^3/_4$

pyogenes aureus.

Zahl der sich nach der Impfung entwickelten Colonieen;
auf 1 ccm Meerwasser berechnet

nach 4 Tagen		nach 5 Tagen		nach 9 Tagen		nach 10 Tagen		nach 16 Tagen		nach 25 Tagen		nach 36 Tagen		nach 40 Tagen	
im Ganzen	davon Staph.	im Ganzen	davon Staph.	im Ganzen	davon Staph.	im Ganzen	davon Staph.	im Ganzen	davon Staph.	im Ganzen	davon Staph.	im Ganzen	davon Staph.	im Ganzen	davon Staph.
—	—	87,500	1/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63,600	1/2	—	—	6160	860	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
270,000	2600	—	—	—	—	992,000	8/10	449,500	9/10	122,000	1/2	11,750	2750	—	—
250,000	2/3	—	—	350,000	1/4	—	—	4400	1400	—	—	—	—	—	—
224,000	1250	—	—	—	—	210,000	2/3	1,080,000	8/10	661,500	3/4	—	—	1500	860
57,000	50,000	—	—	20,000	9000	—	—	reiche Entwickelg.	1/2	—	—	—	—	—	—

Tabelle 8. Staphylococcus pyogenes

Versuchs-Nummer	Datum	Beschaffenheit des Meerwassers	Bemerkungen	Zahl der sich aus 1 ccm Meerwasser entwickelten Colonieen	Meerwassermenge	Geimpft mit
	1888				ccm	
45	31./8.	zu 3 km Entfernung von der Mündung des Canals v. Chiatamone	Meer ruhig, Himmel heiter seit mehreren Tagen	2	300	ein Tropfen fünftägiger Staph.-Cult. in Bouillon bei 36° C. gehalten
46	4./9.	zu 350 m Entfernung von der Mündung des Canals v. Chiatamone	desgl.	26,000	100	zwei Tropfen fünftäg. Staph.-Cult. in Bouillon bei 36° C. gehalten
47	4./9.	zu 50 m Entfernung von der Mündung des Canals v. Chiatamone	desgl.	298,000	100	desgl.

feststellen zu können, ob die fehlende Reproduction oder vielmehr das vollständige rapide Verschwinden des Cholera- und des Anthraxbacillus aus dem gemeine Mikroorganismen enthaltenden Meerwasser ausschliesslich dem Vorhandensein der Letzteren zuzuschreiben sei und ob auf dieses Verschwinden vielleicht entweder die vitale Function derselben von Einfluss sei, oder ob es vielleicht deren Producte seien, welche das Wasser ungünstig für die Existenz jener beiden pathogenen Bacterien machten. Diese experimentelle Untersuchung schien mir wichtig genug, um so mehr, als die bis jetzt angestellten Versuche besonders über das Verhalten des Milzbrandbacillus zusammen mit gemeinen Mikroorganismen wenige sind und kein bestimmtes Resultat ergeben haben.

Um diese Beobachtungen machen zu können, isolirte ich vor allem 22 Arten derjenigen Mikroorganismen, welche sich auf den mit den drei Meerwasserproben hergestellten Platten entwickelten, als ich bei den früheren Versuchen die Anzahl der in ihnen enthaltenen gemeinen Mikroorganismen kennen lernen wollte.

Unter diesen 22 Arten wählte ich sechs aus, welche sich constant im Wasser vorfanden und gerade diese gaben fast immer die grösste Anzahl von Colonieen.

Die besonderen Eigenthümlichkeiten der sechs isolirten Bacterien, welche ich mit fortlaufender Nummer bezeichnen werde, waren folgende:

Bacterie Nr. 1. Kleiner Bacillus, dünn, mit Bewegung. In Bouillon eingeimpft bei einer Temperatur von 18 bis 20° C. nach 48 Stunden zeigt sich beträchtliche Trübung; die Reaction der Bouillon leicht sauer.

aureus (im sterilisirten Meerwasser).

Menge des zur Herstellung der Platten verbrauchten Meerwassers	Zahl der sich nach der Impfung entwickelten Colonieen; auf 1 ccm Meerwasser berechnet							
	sofort	nach 1 Tag	nach 4 Tagen	nach 10 Tagen	nach 16 Tagen	nach 25 Tagen	nach 36 Tagen	nach 40 Tagen
ccm								
1/2	4772	5752	7452	reiche Entwickl.	sehr reiche Entwickl.	12,044	—	4160
1/2	sehr reiche Entwickl.	51,860	sehr reiche Entwickl.	sehr reiche Entwickl.	desgl.	sehr reiche Entwickl.	reiche Entwickl.	—
1/2	desgl.	sehr reiche Entwickl.	desgl.	desgl.	30	10	0	0

Die Stichculturen in der schwach alkalischen Gelatine ergaben nach 36 Stunden bei 18° C. die Entwickelung eines Stichtractus von etwas conischer Form, mit Erweiterung auf der Gelatineoberfläche. Nach 96 Stunden Zunahme der Entwickelung des Stichtractus, der eine weisse Farbe hat mit gezackten Rändern und Entwickelung von umschriebenen Rändern an der Gelatineoberfläche.

Auf den Gelatineplatten entwickeln sich kleine weisse Colonieen, die die Gelatine nicht flüssig machen.

Auf der Oberfläche des tief erstarrten Agar-Agar zeigt sich nach einiger Zeit die Entwickelung einer weisslichen Cultur, ein wenig duff, mit ziemlich glatten Rändern, die wenig Festigkeit zeigt.

Auf den Kartoffeln bei 18 bis 20° C. zeigt sich nach drei Tagen die Entwickelung einer Masse, welche sich über $^2/_3$ der Kartoffeloberfläche erstreckt, von weisslicher Farbe, von cremiger Consistenz, anscheinend feucht, mit ausgesprochenem Geruch, der an Buttersäure erinnert.

Bacterie Nr. 2. Kleiner Bacillus, kurz, stumpf, verhältnissmässig dick und an den Enden abgerundet mit wenig Bewegungen. Verursacht in Bouillon nach 72 Stunden eine leichte Trübung mit fast neutraler Reaction. In derselben Cultur finden sich nach vier Tagen lange Faden vor.

Die Stichculturen in Gelatine bei 18 bis 20° C. zeigen nach 36 Stunden eine schwache, nicht charakteristische Entwickelung; nach 96 Stunden ist der Stichtractus wenig fortgeschritten und bleibt unverändert auch nach mehreren Tagen. Farbe gelblich; der Stichtractus erscheint in seiner ganzen Länge punktirt; die Cultur selbst zeigt die Tendenz, sich auf der Gelatineoberfläche auszubreiten.

Auf den Platten zeigt sich nach einigen Tagen die Entwickelung kleiner Colonieen von gelblicher Farbe über der Oberfläche sich erhebend.

Die Colonie, welche sich auf dem schief erstarrten Agar-Agar entwickelt hat, bedeckt nach mehreren Tagen mehr als die Hälfte der Oberfläche, erhebt sich etwas über dieselbe und hat eine strohgelbe Farbe.

Bacterie Nr. 3. Sehr feiner Bacillus, lang und fadenförmig, beweglich; seit der Einimpfung in Bouillon nach 48 Stunden (18 bis 20° C.) erhebliche Trübung mit leicht alkalischer Reaction. — Bei den Stichculturen in Gelatine bemerkt man nach 36 Stunden geringe Entwickelung, jedoch mit der Tendenz des Stichtractus sich auszubreiten; nach 96 Stunden wird die Gelatine flüssig längs des Stichtractus, merklich trichterförmig an der Oberfläche; die Flüssigkeit wird nebelig durch darin schwebende weissliche Substanz.

Auf Agar-Agar bedeckt die Colonie in verhältnissmässig kurzer Zeit die ganze Oberfläche, die dadurch einen glänzenden perlmutterartigen Anblick bekommt.

Auf den Gelatineplatten erhält man weissliche, schimmernde, runde Colonieen, welche die Gelatine langsam flüssig machen.

Auf den Kartoffeln zeigt sich eine sehr ausgedehnte Cultur, feucht, von weisser Farbe, etwas über der Oberfläche der Kartoffel erhoben; ohne speciellen Geruch.

Bacterie Nr. 4. Ziemlich grosser Micrococcus zu 1, 2, 3 und mehr Gliedern, ohne Bewegung. Nach 48 Stunden (18 bis 20° C.) ziemliche Trübung der Bouillon; letztere giebt eine fast neutrale Reaction.

Die in der Gelatine durch Stich erhaltenen Colonieen zeigen nach 36 Stunden eine wenig markirte Entwickelung mit Ausbreitung auf der Gelatineoberfläche. Nach 96 Stunden zeigt sich Verflüssigung längs des Impfstiches und dieser nimmt eine fingerartige Form an; auf dem Grunde der Flüssigkeit sind Flocken weisslicher Masse; auf der Oberfläche bildet sich eine Gasblase.

Auf den Gelatineplatten entwickeln sich Anfangs sehr kleine Colonieen, welche die Gelatine sehr langsam flüssig machen.

Auf Agar-Agar zeigt sich nach längerer Zeit die Colonieenentwickelung sehr über der Oberfläche erhoben und dieselbe wird von der Colonie ganz auf seiner unteren Hälfte bedeckt. Die Colonie bekommt besonders gegen die Ränder hin eine ziegelrothe Farbe.

Auf der Kartoffel bildet sich eine ziemlich ausgedehnte Cultur von braunrother Ziegelfarbe, wenig feucht, ohne besonderen Geruch.

Bacterie Nr. 5. Grosser Bacillus, an den Enden abgerundet, verschiedener Länge mit Faden. Keine Bewegungen. Die Bouillon, in welche man den Bacillus einimpft, zeigt sich nach 72 Stunden sehr trübe und hat an der Oberfläche ein schleimartiges Häutchen von schmutzig-weisser Farbe, das nach mehreren Tagen eine erhebliche Dicke und Festigkeit annimmt. Die Reaction der Bouillon ist sehr leicht alkalisch.

Bei den in Gelatine gemachten Impfstichen zeigt sich eine nur langsame Entwickelung nach 36 Stunden (18 bis 20° C.), erheblicher an der Oberfläche der Gelatine. Nach 96 Stunden und auch nach mehreren Tagen ist die Entwickelung längs des Impfstiches nur wenig fortgeschritten, bedeutend dagegen jene an der Oberfläche, welche über $^2/_3$ bedeckt ist.

Auf den Platten stellen sich Colonieen mit langsamer Entwickelung dar; diejenigen auf der Oberfläche erweitern sich beträchtlich mit irregulären Rändern; ihre Farbe ist weisslich; geringe Erhebung.

Auf Agar-Agar zeigt sich die Entwickelung einer homogenen Colonie von weisser, trüber Farbe, die sich langsam ausdehnt und nach langer Zeit die Hälfte der Oberfläche in der Breite bedeckt.

Auf der Kartoffel zeigt sich $^2/_3$ der Oberfläche nach 6 bis 8 Tagen in brauner Farbe, von glänzendem Häutchen bedeckt, etwas feucht, von einer gewissen Festigkeit; kein Specialgeruch.

Bacterie Nr. 6 Kurzer Bacillus, dick, mit Bewegung, der sich fast immer im Spaltungszustande befindet. Nach 48 Stunden trübt er ziemlich die Bouillon, welche eine sehr leise alkalische Reaction annimmt.

Die Stichculturen in Gelatine zeigen nach 48 Stunden eine Verbreiterung des Impfstiches mit leichter trichterförmiger Ausbuchtung an der Oberfläche der Gelatine; nach 96 Stunden zeigt sich Verflüssigung längs $^2/_3$ des Impfstiches und dieser nimmt nach einigen Tagen in seiner ganzen Länge die Form eines Sockens an; die Verflüssigung erstreckt sich nicht auf die Oberfläche der Gelatine; das Verflüssigte ist trübe mit Flocken am Grunde und an der Oberfläche zeigen sich verhältnissmässig grosse Gasblasen.

Auf den Platten zeigen sich Colonieen von bräunlich weisser Farbe, Anfangs trichterförmig, und machen dann in kurzer Zeit die Gelatine flüssig.

Auf dem Agar-Agar bedeckt die entwickelte Colonie in Kurzem fast die ganze Oberfläche, die Anfangs eine schmutzig gelbe Farbe zeigt, später eine braune, welche sich mit der Zeit dem ganzen Agar-Agar mittheilt.

Auf den Kartoffeln lässt die Cultur die Oberfläche derselben glänzend und feucht erscheinen; die Farbe der Cultur ist braun-grau; kein Specialgeruch.

Mit den auf den Platten erhaltenen Culturen für jede der sechs Bacterien machte ich eine Impfung in 10 ccm Bouillon mit leichter alkalischer Reaction, ohne Pepton und Chlornatrium hinzuzufügen. Nachdem ich mich nach 48 Stunden mittelst der mikroskopischen Untersuchung von der reichen Entwickelung der einzelnen Culturen überzeugt hatte, die in einer Temperatur von 20 bis 22° C. gehalten waren, übertrug ich von jeder einzelnen Cultur zwei Tropfen in Probirröhrchen mit 10 ccm derselben Bouillon und fügte in jede Röhre vier Tropfen einer Milzbrandbacilluscultur in Bouillon hinzu von 48 Stunden bei 36° C.

Sofort stellte ich für jeden Tubus eine Platte her, indem ich eine Oese der Flüssigkeit in 10 ccm Gelatine brachte. Dann wiederholte ich die Herstellung der Platten aus jedem Tubus, indem ich einen Tropfen der Flüssigkeit mit 10 ccm sterilisirtem Wasser verdünnte und davon drei Oesen in die Gelatine brachte. Die Platten machte ich 24 und 48 Stunden nach der Impfung. Während mehrerer Tage beobachtete ich die Platten, wobei ich auch mehrfache Klatschpräparate herstellte, aber niemals, selbst

nicht einmal auf den ersten Platten, konnte ich die Entwickelung von Milzbrandcolonieen beobachten. Auf den mit den Bacillusculturen 1, 3, 5 hergestellten Platten, die sehr reich an Colonieen waren, machte ich Strichimpfungen mit einer vollständig sporificirten Agar-Agar-Milzbrandcultur. Nicht einmal nach mehreren Tagen, obgleich die Platten bei einer Temperatur von 20 bis 22° C. gehalten wurden, konnte ich die Entwickelung von Milzbrandcolonieen beobachten und die auf der Impfstelle gemachten Klatschpräparate liessen mir die eingeimpften Milzbrandsporen unverändert erscheinen.

Da ich wissen wollte, ob eine der Entwickelung des Milzbrandbacillus günstigere Temperatur in gewisser Weise seine Reproductionsfähigkeit der Concurrenz der anderen Mikroorganismen gegenüber vermehren würde, brachte ich die sechs Culturen in den Brütofen bei einer ständigen Temperatur von 36° C., liess sie dort vier Tage und untersuchte sie täglich mit Hülfe wiederholter mikroskopischer Präparate.

Ich konnte Folgendes feststellen:

Nach 24 Stunden in der Cultur der Bacterie:

Nr. 1 kein Milzbrandbacillus,
Nr. 2 wenige Milzbrandbacillen,
Nr. 3 kein Milzbrandbacillus,
Nr. 4 wenige Milzbrandbacillen,
Nr. 5 kein Milzbrandbacillus,
Nr. 6 kein "

Nach 48 Stunden in der Cultur der Bacterie:

Nr. 1 kein Milzbrandbacillus,
Nr. 2 Zunahme des Milzbrandbacillus mit Sporification,
Nr. 3 kein Milzbrandbacillus,
Nr. 4 wenige Milzbrandbacillen,
Nr. 5 kein Milzbrandbacillus,
Nr. 6 " "

Nach 96 Stunden in der Cultur der Bacterie:

Nr. 1 kein Milzbrandbacillus,
Nr. 2 Zunahme der Milzbrandbacillen und Sporification,
Nr. 3 kein Milzbrandbacillus,
Nr. 4 wenige Milzbrandbacillen, einige sporificirt,
Nr. 5 kein Milzbrandbacillus,
Nr. 6 " "

Ich hielt es auch für angebracht zu beobachten, wie sich der Milzbrandbacillus in einer Cultur verhalten würde, in welcher alle sechs studirten Bacterien eingeimpft wären. Zu dem Zwecke impfte ich in 10 ccm Bouillon eine ziemlich grosse Oese Bouilloncultur von drei Tagen einer jeden einzelnen Bacterie ein und trug ausserdem eine Nadelspitze einer vollständig sporificirten Milzbrandcultur auf Agar-Agar ein.

Ich stellte täglich eine Platte her und beobachtete jeden Tag die Flüssigkeit mittelst mikroskopischer Präparate; niemals bemerkte ich die Entwickelung von Milzbrandcolonieen noch das Vorhandensein von Milzbrandbacillen in der Flüssigkeit.

Um mich noch besser von der Richtigkeit der erhaltenen Resultate über das Vorhandensein des Anthraxbacillus in den mit einer jeden der sechs Bacterien eingeimpften Culturflüssigkeiten zu überzeugen, impfte ich mit jeder derselben, in welche zugleich mit der einzelnen Bacterie der Milzbrandbacillus eingeimpft war, weisse Mäuschen. — Ich machte die Impfungen mit den Culturen von acht Tagen und brachte eine grosse Oese des Impfstoffes in eine Tasche unter der Haut in der Nähe des Schwanzes.

Die Resultate waren die folgenden:

a) Weisse Maus geimpft mit Bacteriencultur Nr. 1 zugleich mit Milzbrandbacillus; bleibt gänzlich unversehrt.

b) Weisse Maus geimpft mit Cultur der Bacterie Nr. 2 mit Milzbrandbacillus; gestorben nach 40 Stunden. In der Milz und in anderen Organen reiche Anzahl Milzbrandbacillen. Die hergestellten Culturen ergaben reiche Entwickelung von Milzbrandcolonieen.

c) Weisse Maus geimpft mit Cultur von Bacterie Nr. 3 mit Milzbrandbacillus; gestorben nach etwa 50 Stunden. In der Milz und anderen Organen finden sich keine Milzbrandbacillen vor, aber reiche Menge einer Mikrococcusform; auf den Culturen in Gelatine und auf Agar-Agar zeigt sich keine Entwickelung von Milzbrandcolonieen, aber eine reichliche Colonieenentwickelung jenes Mikrococcus.

d) Weisse Maus geimpft mit Cultur der Bacterie Nr. 4 zugleich mit Milzbrandbacillus; gestorben nach 70 Stunden; in den Organen reiche Menge von Milzbrandbacillen; reiche Milzbrandcolonieenentwickelung in den resp. Culturen.

e) Weisse Maus, geimpft mit Cultur der Bacterie Nr. 5 zugleich mit Milzbrandbacillus; gestorben nach 60 Stunden. Resultat betreffend das Vorhandensein des Anthraxbacillus in den Organen und im Blut negativ, dagegen finden sich Kokken oder vielmehr ovoide Bacillen vor, welche an die Form der Bacterie Nr. 5 erinnern. Dasselbe Resultat ergeben die Culturen.

f) Weisse Maus geimpft mit Cultur der Bacterie Nr. 6 zugleich mit Milzbrandbacillus, gestorben nach ca. 60 Stunden. Absolutes Fehlen von Anthraxbacillen in den Organen und im Blute; Resultat bestätigt durch mikroskopisches Examen und durch die Culturen.

Alle in den bisher angeführten Untersuchungen erhaltenen Resultate würden zum grössten Theil die Genauigkeit meiner Beobachtungen über das Verhalten des Milzbrandbacillus im nicht sterilisirten Meerwasser bestätigen. Und in der That zeigte sich vor allem, dass ohne Unterschied keine der sechs Bacterien weder jede für sich noch zusammen die Entwickelung des Milzbrandbacillus auf den Platten zuliessen, obwohl dieser sporificirte.

Ausserdem konnte man von den einzelnen Tuben mit Bouillon, die mit jedem der sechs Bacterien und mit Milzbrandbacillus geimpft waren, in vier Tuben (1, 3, 5, 6) das vollständige Verschwinden desselben nach kurzer Zeit constatiren, und dass in zweien der Tuben (2, 4) der Milzbrandbacillus sich lebend erhalten und wenigstens offenbar im Tubus der Bacterie Nr. 2 seine Fähigkeit sich zu vermehren behalten hatte, jedoch nur dann, als er in eine für seine Entwickelung günstigere Temperatur (36° C.) gebracht wurde.

Den mit den Bacterienculturen 1, 3, 5, 6 erhaltenen Resultaten entsprechen diejenigen aus der gemischten Cultur, d. h. aus der mit allen sechs Bacterien hergestellten Cultur.

Die Richtigkeit der Beobachtungen wird auch durch das Ergebniss der bei den sechs Mäusen ausgeführten Impfungen bestätigt. In der That starben thatsächlich an Milzbrand nur jene beiden, welche mit Cultur 2 und 4 geimpft wurden, bei denen das Vorhandensein des Anthraxbacillus constatirt war und in einer (Nr. 2) seine Vermehrung, während man ausschliessen muss, dass der Tod der anderen Mäuse, besonders derjenigen, die mit den Culturen 3, 5, 6 geimpft wurden, vom Milzbrand herrühre. Ich neige zu der Annahme, dass der Tod derselben entweder der Intoxication in Folge der in den Culturen gebildeten Ptomaïnen oder der speciellen Thätigkeit der gemeinen Bacterien zuzuschreiben sei. Jedenfalls wird diese Thatsache aufgeklärt werden durch andere Untersuchungen, die ich mir vorbehalte. Ferner ist zu bemerken, dass die mit der Bacterie Nr. 1 geimpfte Maus unversehrt blieb.

Ich glaube als sehr wahrscheinlich behaupten zu können, dass vier von den von mir über ihre Concurrenz mit dem Milzbrandbacillus studirten sechs Bacterien zeigten, dass sie die Kraft besitzen, nicht nur die Entwickelung des Anthraxbacillus in ihrer Culturflüssigkeit und auf den Platten zu verhindern, sondern dass sie auch verhindern können, dass derselbe seine Lebensfähigkeit behalte.

Bacterie Nr. 4 hätte dem Anthraxbacillus seine Existenz gelassen, hemmte aber wenigstens seine Vermehrungsfähigkeit ganz bedeutend, und nur Bacterie Nr. 2, aber auch nur bei einer für den Milzbrandbacillus günstigen Temperatur, hätte dessen Zunahme nicht verhindert.

Gegenstand meiner späteren Untersuchung war die Art, wie sich der Milzbrandbacillus in den die Producte der einzelnen sechs Bacterien enthaltenden Culturen und in der Gesammtcultur derselben verhalte. — Ich impfte in einzelne Tuben mit 10^{ccm} der gewöhnlichen Bouillon eine kleine Menge der Agar-Agar-Cultur von jeder Bacterie und in einen Tubus von 10^{ccm} der Bouillon eine kleine Menge von jeder der sechs Bacterienculturen. Während sechs Tagen erhielt ich die Culturen bei einer Temperatur von 20° C. und als ich in ihnen die Anzeichen einer reichen Entwickelung constatiren konnte, unterwarf ich sie jedesmal für $^1/_2$ Stunde während dreier aufeinanderfolgender Tage der Sterilisation (im Sterilisator von Koch) bei einer Temperatur von 60 bis 70° C. Ich sterilisirte deshalb in dieser Weise, um eventuell so wenig als möglich die durch die Bacterienproduction hervorgerufenen chemischen Eigenthümlichkeiten der Culturen zu modificiren. Um mich der Wirksamkeit der Sterilisation zu versichern, präparirte ich für jeden Tubus eine Platte, welche vollständig steril blieb. Darauf impfte ich in jedem Tubus eine kleine Oese von Milzbrandcultur in Bouillon (37° C.) von 48 Stunden und hielt die Culturen bei einer Temperatur von 36° C.

Um mir ein Urtheil über die Entwickelung des Milzbrandbacillus in den einzelnen Röhrchen bilden zu können, machte ich 24 Stunden nach der Einimpfung mikroskopische Präparate und bemerkte Folgendes:

Präparate der Cultur der Bacterie:

Nr. 1 wenige Milzbrandbacillen, einige sporificirt,
Nr. 2 beträchtliche Menge von Milzbrandbacillen mit Faden und Sporen,
Nr. 3 reiche Entwickelung von Milzbrandbacillen mit Faden und Sporen,
Nr. 4 mässige Entwickel. v. Milzbrandbacillen ohne Sporen,
Nr. 5 reichliche Menge von Milzbrandbacillen mit Sporen,
Nr. 6 wenige Milzbrandbacillen, einige Sporen,
gemischt: reichl. Menge v. Milzbrandbacillen, ohne Sporen.

Nach sechs Tagen zeigten die mikroskopischen Präparate:

Aus den Culturen der Bacterie:

Nr. 1 wenige Milzbrandbacillen mit Sporen,
Nr. 2 reiche Menge von Milzbrandbacillen mit Sporen,

Nr. 3 wenige Milzbrandbacillen mit Sporen,
Nr. 4 seltene Milzbrandbacillen mit Sporen,
Nr. 5 sehr wenige Milzbrandbacillen mit Sporen,
Nr. 6 mässige Menge von Milzbrandbacillen mit Sporen,
gemischt: sehr wenige Milzbrandbacillen mit Sporen.

Drei Tage nach der Impfung machte ich Strichculturen auf Agar-Agar und erhielt von allen sieben Tuben schon nach 24 Stunden (36° C.) eine sehr üppige Entwickelung von Milzbrandbacillen mit Sporification.

Man ersieht also, dass keine der sechs von mir studirten Bacterien und nicht einmal alle sechs zusammen in den Bouillonculturen Producte ergaben, welche nach Sterilisation der Cultur fähig gewesen wären, die Entwickelung des in die Flüssigkeit der Culturen eingeimpften Milzbrandbacillus zu verhindern; nur wäre zu bemerken, dass die Flüssigkeiten der Culturen der Bacterien Nr. 1 und 6 weniger günstig für die Entwickelung des Milzbrandbacillus waren, und dass dieser bei der grösseren Anzahl der Flüssigkeiten sechs Tage nach der Impfung eine Verringerung gezeigt hat.

Ungefähr dieselbe Methode befolgte ich, um zu untersuchen, wie sich der Cholerabacillus verhalte in Concurrenz mit den einzelnen schon studirten Bacterien und mit ihrer Gesammtheit.

Ich impfte in Tuben von 10 ccm Inhalt von gewöhnlicher Bouillon zwei Oesen von Bouilloncultur von jeder Bacterie und zwei von Choleracultur in Bouillon von zwei Tagen (36° C.) und that dasselbe für die Cultur der gesammten Bacterien.

Gleich darauf präparirte ich die Platten für jeden einzelnen der sieben Tuben, indem ich sie bei 18 bis 20° C. erhielt, und beobachtete nach 48 Stunden:

Auf Platte der Bacterie:

Nr. 1	geringe Entwickel.,	$^1/_4$	auf Rechnung d. Choleracolonieen,
Nr. 2	reichliche „	$^3/_4$	„ „ „ „
Nr. 3	geringe „	$^1/_4$	„ „ „ „
Nr. 4	mässige „	$^1/_3$	„ „ „ „
Nr. 5	beträchtl. „	$^1/_2$	„ „ „ „
Nr. 6	reiche „	$^3/_4$	„ „ „ „

der Gesammtheit: reiche Entwickelung, $^1/_4$ auf Rechnung der Choleracolonieen.

Nach 24 Stunden sah ich in den Röhren der Bacterien 1 und 6 eine merkliche Trübung der Bouillon.

Ich machte nach 24 Stunden mikroskopische Präparate, um mir ein Urtheil zu bilden über das Verhältniss zwischen der Quantität der einzelnen Bacterien und dem Cholerabacillus; ich erhielt als Resultat:

In den Präparaten der Bacteriencultur:

Nr. 1 einige seltene Cholerabacillen,
Nr. 2 sehr „ „
Nr. 3 keine Cholerabacillen,
Nr. 4 sehr wenige Cholerabacillen,
Nr. 5 mässige Anzahl von Cholerabacillen,
Nr. 6 seltene Cholerabacillen,
der Gesammtheit: sehr vereinzelte Cholerabacillen.

Ich wiederholte die Beobachtung vier Tage nach der Impfung und bemerkte:

In den Präparaten der Culturen der Bacterien:

Nr. 1 ziemliche Anzahl von Cholerabacillen,
Nr. 2 sehr wenige „
Nr. 3 keine „
Nr. 4 viele „
Nr. 5 sehr wenige „
Nr. 6 ziemliche Anzahl von „
der Gesammtheit: sehr seltene „

Zwei Tage nach der Impfung präparirte ich die Platten, indem ich $^1/_{20}$ ccm der Flüssigkeit benutzte, verdünnt in 10 ccm sterilisirtem destillirten Wasser und machte die Platten mit $^1/_{20}$ ccm der Flüssigkeit.

Es entwickelten sich auf der Platte der Bacterie:

Nr. 1 keine Colonie des Cholerabacillus,
Nr. 2 „ „ „ „
Nr. 3 „ „ „ „
Nr. 4 fast ausschliesslich Colonieen d. Cholerabacillus,
Nr. 5 keine „ „ „
Nr. 6 $^1/_4$ der Colonieen Cholerabacillus,
der Gesammtheit: etwa $^1/_8$ der Colonieen „

Sechs Tage nach der Impfung machte ich von Neuem Platten und beobachtete:

Es entwickelten sich auf der Platte der Bacterie:

Nr. 1 keine Colonie vom Cholerabacillus,
Nr. 2 " " " "
Nr. 3 " " " "
Nr. 4 " " " "
Nr. 5 " " " "
Nr. 6 $^2/_5$ der Colonieen "
der Gesammtheit: keine Colonie v. Cholerabacillus.

Es würde aus den gemachten Beobachtungen hervorgehen, dass der Cholerabacillus in Begleitung mit einzelnen von mir studirten Bacterien eine verschiedene Verhaltungsweise zeigt. Nach 48 Stunden war er schon aus den mit Bacterie 1, 2, 3, 5 gemachten Culturen verschwunden, während er sich in der Bacteriencultur Nr. 4 fast ausschliesslich hatte entwickeln können, wobei er gleichsam eine reiche Entwickelung der Bacterie verhinderte; und in Bacteriencultur Nr. 6 hat sich der Cholerabacillus in wesentlich geringerem Maasse reproducirt gegenüber der Reproduction der Bacterie selbst. Nach Verlauf von sechs Tagen konnte man das totale Verschwinden des Cholerabacillus constatiren aus den Bacterienculturen 1, 2, 3, 4, 5 und nur in derjenigen von Nr. 6 unterlag der Cholerabacillus einer beträchtlichen Vermehrung. In der Cultur der Gesammtheit der sechs Bacterien fand sich der Cholerabacillus nach 48 Stunden in relativ geringem Verhältniss vor und war nach sechs Tagen vollständig verschwunden.

Wenn man bedenkt, dass vermittelst der nach 24 Stunden und nach vier Tagen hergestellten mikroskopischen Präparate sich auch in den Culturen Cholerabacillen vorfanden, bei denen man auf den Platten keine Colonieenentwickelung erhielt, so könnte man zwei Annahmen aufstellen: dass entweder der Cholerabacillus in seiner Entwickelung auf den Culturplatten durch die Colonieenentwickelung der resp. Bacterien gehindert wurde, oder auch, dass er eine leichte Zunahme habe erleiden können, die sich am vierten Tage herausstellte, dann aber in kurzer Zeit vollständig aus der Cultur verschwunden sei, wie es das aus der Cultur der Bacterie Nr. 4 erhaltene Resultat beweisen würde.

In Culturen von sechs Tagen von allen sechs Bacterien und derjenigen ihrer Gesammtheit brachte ich, nach der Sterilisation, wie beim Milzbrandbacillus, und nachdem ich mich mit Hülfe von Versuchsplatten von der vollständigen Sterilisation überzeugt hatte, in jeden Tubus eine Oese der Cultur des Cholerabacillus in Bouillon von zwei Tagen (36° C.). Nach 24 Stunden machte ich für jeden Tubus eine Platte und auf allen sieben constatirte ich eine reichliche Entwickelung von Choleracolonieen. — Ich

wiederholte die Plattenpräparation sieben Tage nach der Impfung und erhielt dieselben Resultate.

Sechs Tage nach der Impfung ergab das mikroskopische Examen der Culturen Folgendes:

In den Präparaten der Cultur der Bacterie:

Nr. 1 reiche Menge an Cholerabacillus,
Nr. 2 „ „ „ „
Nr. 3 geringe „ „ „
Nr. 4 reiche „ „ „
Nr. 5 geringe „ „ „
Nr. 6 äusserst reiche Menge an Cholerabacillus,
der Gesammtheit: geringe „ „ „

Demnach konnte der Cholerabacillus in den die Producte der verschiedenen Bacterien enthaltenden Culturen sich überall reproduciren, aber nicht in allen in demselben Maasse, und man sieht, dass er sich genau in grösserer Menge in der sterilisirten Cultur jener Bacterie (Nr. 6) reproducirte, die in gewisser Weise in der Concurrenz mit dem Cholerabacillus unterliegt.

Die Resultate der gemachten Versuche über das Verhalten der Cholerabacillen und des Milzbrandbacillus im Verein mit den einzelnen studirten Bacterien und ihrer Gesammtheit bestätigen bis zum gewissen Grade die gemachten Beobachtungen über das Verhalten jener beiden Bacillen im Meerwasser.

Vor allem kann man behaupten, dass im sterilisirten Meerwasser, sowie in den sterilisirten Culturen, welche die Producte jener Bacterien enthalten, sowohl der Cholera- wie der Milzbrandbacillus nicht nur für ihre Existenz erträgliche Bedingungen vorfinden, sondern auch ein für ihre Reproduction günstiges Terrain, welche meistens quantitativ sehr reich ist. Daher wird man behaupten können, dass das Meerwasser an und für sich, wenn es frei von Mikroorganismen ist, ein für die Reproduction der vier untersuchten Mikroorganismen günstiges Medium ist, und dass sich diese Bedingung nicht ändert, auch wenn es in sich die Producte der Existenz einer reichen Anzahl von gemeinen Bacterien enthält, wie es der Fall war bei dem in der Nähe der Canalmündung von Chiatamone geschöpfte Wasser.

Die Art und Weise, wie sich der Cholera- und Anthraxbacillus in der Cultur jeder einzelnen der sechs Bacterien verhält, überzeugt uns, dass ihre grössere Anzahl in ihrer Concurrenz mit dem Cholera- und Milzbrandbacillus Sieger bleibt, da den beiden pathogenen Mikroorganismen nicht nur die Fähigkeit sich zu reproduciren genommen wird, sondern

auch nach kurzer Zeit diejenige, sich in den Culturen der Bacterien noch am Leben zu erhalten. Dasselbe zeigt sich bei der Cultur der Gesammtheit der Bacterien. — Das erhaltene Resultat dieser Beobachtungen stimmt vollständig mit demjenigen überein, das sich aus den mit nicht sterilisirtem Meerwasser angestellten Versuchen ergiebt; in diesem Falle zeigte sich nicht nur keine Zunahme jener beiden Bacillen, sondern ein Verschwinden derselben aus der Flüssigkeit, mehr oder minder schnell, je nach der Menge der Mikroorganismen im Meerwasser. — Wenn man fragt, welches der von den gemeinen Mikroorganismen auf die studirten Bacillen ausgeübte Einfluss sei, so ist es schwer eine Erklärung zu geben, weil man ausschliessen muss, dass einmal die ersteren vollständig die Menge der im Meerwasser vorgefundenen Substanzen aufzehrten, die event. für die Existenz der beiden pathogenen Bacillen nöthig wäre, und dass sie ferner mit ihren Producten das Wasser selbst ungeeignet oder vielmehr für jene pathogenen giftig machten; das alles wird bestätigt durch die Möglichkeit für den Cholera- und Milzbrandbacillus, zu existiren und sich zu reproduciren im sterilisirten Meerwasser und Bouillon, die die Lebensproducte der gemeinen Bacterien enthält. Man muss daher annehmen dass mit immer grösserer Wahrscheinlichkeit die schon seit Langem aufgestellte Hypothese richtig sei, dass in Folge des Vorhandenseins verschiedener Bacterienarten auf demselben Nahrungsboden oder Substrat, unter jenen ein Kampf, eine Concurrenz entsteht, deren Ausgang abhängt von der Widerstandsfähigkeit jeder einzelnen Art. Da wir bis jetzt das Phänomen noch nicht erklären können, das sich bei jener Concurrenz vollzieht, halten wir uns zunächst nur an die Thatsachen, welche jene Hypothese mit unterstützen. Und die Hauptsache scheint mir in dem Umstand zu liegen, dass, wie aus meinen Versuchen erhellt, die pathogenen studirten Mikroorganismen, die sich in demselben Substrat finden zugleich mit den gemeinen Bacterien, sei ihre Zahl auch noch so gering, leben und auch sich vermehren können, bis die Menge der gemeinen Bacterien in dem Existenzgebiet bedeutend geringer ist; bei der Vermehrung dieser nehmen die pathogenen ab oder verschwinden auch gänzlich, wenn sie nicht die Kraft zu reussiren in sich haben, obschon sie an Menge den gemeinen Bacterien gegenüber überlegen sind, um die reiche Reproduction der letzteren zu verhindern; und das trat ein, obwohl sie in sehr günstigen Verhältnissen sich befanden, wie es der Fall war, als die Culturen der einzelnen Bacterien, welche mit dem Cholera- und Anthraxbacillus inoculirt waren, bei einer erhöhten Temperatur gehalten wurden. Die Hypothese wird ferner noch unterstützt durch die Beobachtung, dass nicht alle von mir studirten pathogenen Mikroorganismen dasselbe Schicksal erleiden gegenüber der Concurrenz mit den gemeinen Mikroorganismen, weil sich herausstellte, dass der Typhusbacillus

sich (Versuch 32 bis 33) für längere Zeit im Meerwasser lebend erhalten konnte, in dem sich eine fortschreitende und merkliche Zunahme der ursprünglich darin enthaltenen wenigen gemeinen Mikroorganismen einstellte; ein weiterer Beweis bot sich beim Staphylococcus pyogenes aureus, der sich, geschweige denn sich lebend zu erhalten, auch beträchtlich in dem an gemeinen Bacterien sehr reichen Meerwasser vermehren konnte. — Der Unterschied im Verhalten der von mir studirten einzelnen pathogenen Mikroorganismen wird seine einfache Erklärung finden, wenn man annimmt, dass die Widerstandsfähigkeit jeder Art verschieden ist gegenüber dem Einflusse, den jede einzelne Art erleidet, wenn sie sich mit einer oder mehreren Arten anderer Bacterien zusammen findet. Es bleibt weiteren bacteriologischen Nachforschungen vorbehalten, die Thatsache zu erklären, die für uns, Dank den Beobachtungen vieler Forscher, besteht, die man aber noch nicht erklären kann.

Wenn man die Resultate meiner Untersuchungen mit denjenigen verschiedener Forscher über das Verhalten von pathogenen Mikroorganismen im Brunnen-, Fluss- und Quellwasser und besonders der zum Trinken bestimmten Wasser vergleicht, so sieht man, dass sie fast ganz übereinstimmen, sei es, dass es sich um sterilisirtes oder auch um indifferente Bacterien enthaltendes Wasser handelt. — Wolffhügel und Riedel[1] beobachteten, dass sowohl der Anthrax- wie Typhus- und Cholerabacillus sich sehr lange im sterilisirten Flusswasser erhalten und reproduciren konnten, unabhängig von der chemischen Beschaffenheit des letzteren. Dagegen verschwand der Cholerabacillus in verhältnissmässig kurzer Zeit aus dem nicht sterilisirten Wasser. Dasselbe Resultat erhielt Kraus[2] beim Versuche mit dem Typhus-, Cholera- und Anthraxbacillus, die in kurzer Zeit, nachdem sie in grosser Menge eingeimpft waren, aus dem Wasser verschwanden, das indifferente Bacterien in geringer Anzahl enthielt. Meade Bolton[3] erhielt Resultate, welche, zum Theil mit den von mir mit dem sterilisirten Meerwasser erhaltenen übereinstimmen, wenn man dabei berücksichtigt, dass Meade Bolton seinen Untersuchungen eine andere Richtung gab; denn bei meinen Versuchen fällt die Bedeutung fort, welche jener der chemischen Zusammensetzung des Wassers und dem Gehalte an organischen Substanzen gab, oder richtiger gesagt, jener Bedingung, welche einen günstigen Boden für

---

[1] Wolffhügel und Riedel, Die Vermehrung der Bacterien im Wasser. *Arbeiten aus dem kaiserl. Gesundheitsamt.* 1886. Bd. I.

[2] Kraus, Ueber das Verhalten pathogener Bacterien im Trinkwasser. *Archiv für Hygiene.* Bd. VI. Hft. 2.

[3] Meade Bolton, Ueber das Verhalten verschiedener Bacterienarten im Trinkwasser. *Diese Zeitschrift.* Bd. I. Hft. 1.

die Existenz der Bacterien im Allgemeinen und derjenigen der pathogenen im Besonderen bietet.

In den angestellten Versuchen von Nicati und Rietsch[1] mit Meerwasser, das in einer Entfernung von vier Kilometern und aus noch grösserer Entfernung vom Hafen von Marseille geschöpft war, ferner mit demjenigen aus dem alten Hafen von Marseille, dem Kielwasser, die sämmtlich sterilisirt wurden, konnte sich der Cholerabacillus lange Zeit lebend erhalten; dieses Resultat stimmt mit meinen, mit verschiedenen Arten sterilisirten Meerwassers erhaltenen Ergebnissen überein.

Aus dem Vergleich der verschiedenen soeben angeführten Resultate, die sich aus den am meisten beachtenswerthen Versuchen ergeben haben, kann man schliessen, dass die pathogenen von mir studirten Mikroorganismen sich im Meerwasser ebenso wie im Süsswasser verhalten, und zwar sowohl, wenn diese eigene Bacterien enthalten, als wenn sie sterilisirt sind. Es scheint sich zu ergeben, dass die besonderen Substanzen und besonders die im Meerwasser enthaltenen mineralischen, keinen besonderen offenbaren Einfluss auf jene pathogenen Mikroorganismen ausüben; ich würde nur annehmen, dass die gemeinen Mikroorganismen, wenigstens einige Arten, sich üppiger im Meerwasser als im Süsswasser entwickeln; das scheint mir bestätigt durch die Beobachtung, dass einige pathogene Mikroorganismen (Milzbrand- und Cholerabacillus) schneller aus dem Meerwasser, als aus dem gewöhnlichen Wasser verschwinden, um so mehr, als für die Raschheit dieses Verschwindens, wie sich aus meinen Versuchen ergiebt, meistens die Zunahme an gemeinen Bacterien massgebend ist und sich in sehr kurzer Zeit vollzieht, wenn nur ihre Anzahl im Meerwasser ziemlich beträchtlich und ihre Reproduction möglich ist.

Folgendes wären demnach die Schlüsse, die sich aus der Gesammtheit meiner Untersuchungen ziehen liessen:

I. Das sterilisirte Meerwasser bietet unabhängig von etwa in demselben enthaltenen Producten gemeiner Mikroorganismen und vielleicht auch unabhängig von den Veränderungen durch den Gehalt an organischer und mineralischer Substanz, die auf die Verunreinigung durch Canalwasser zurückzuführen ist, einen günstigen Boden für die Reproduction des Cholera-, Milzbrand-, Typhusbacillus und des Staphylococcus pyogenes aureus. Diese Mikroorganismen können sich in demselben in beträchtlicher Menge reproduciren und vermehren; jedoch ist diese Vermehrung fast immer und für alle Mikroorganismen an eine nicht sehr lange Zeit gebunden, auf die eine schrittweise Abnahme folgt.

[1] Nicati et Rietsch, *Recherches sur le choléra.* Paris 1886.

II. Im nicht sterilisirten Meerwasser ist die Reproduction jener vier pathogenen Mikroorganismen ausschliesslich verhindert durch die lebhafte Concurrenz der gemeinen Mikroorganismen, welche sich im Wasser finden, und die Intensität ihres Einflusses ist vor allem und vielleicht ausschliesslich von ihrer Anzahl abhängig.

Es zeigte sich dabei, dass der Milzbrand- und dann der Cholerabacillus den gemeinen Mikroorganismen einen geringeren Widerstand entgegensetzen, während sich der Typhusbacillus und der Staphylococcus pyogenes aureus eine Zeit lang lebend erhalten können, auch einer erheblichen Vermehrung gemeiner Bacterien im Meerwasser gegenüber.

Fest steht jedenfalls für den Staphylococcus, während es für den Typhusbacillus wahrscheinlich ist, dass er sich vermehren kann, wenn die Anzahl der gemeinen Bacterien im Meerwasser beschränkt ist.

Es entsteht die Frage, ob man, auf Grund der Resultate und der daraus abgeleiteten beiden Schlüsse, zu praktischen Resultaten kommen kann, wenn man an die besonderen Umstände denkt, unter denen die pathogenen Mikroorganismen in's Meerwasser gelangen.

Meine Ansicht ist vor Allem, dass man, wenn es sich um Wasser aus offenem Meere handelt, fast jede Möglichkeit der Infection beim Gebrauch jenes Wassers ausschliessen kann, und zwar auf Grund der Thatsache, dass die Vertheilung der pathogenen Bacterien in demselben, die auf die eine oder andere Weise dahinein geriethen, so beträchtlich ist, um ihre Existenz vielleicht sehr schnell unmöglich zu machen, jedenfalls aber fähig ist, deren Virulenz zu vernichten, wenn man diese so auffasst, dass für eine Ansteckung des Organismus durch einen pathogenen Keim eine gewisse Menge nöthig ist, eine Ansicht, welche heut zu Tage mit Grund aufrecht erhalten wird und grösstentheils auch bewiesen ist.

Deshalb hat die Frage, wie ich schon früher betonte, für die Hygiene ein specielles, grosses Interesse nur, soweit sie das im Hafen eingeschlossene und das sich in einer bestimmten Entfernung vom Ufer befindende Wasser betrifft, besonders dort, wo die Quelle der Verunreinigung beständig ist, wie das der Fall wäre, wo man in einem Punkte ausserhalb des Hafens den gesammten Canalinhalt einer Stadt zusammenleitete oder wo sich der Inhalt von Gruben mit anderen Abfällen in's Meer ergiesst. Den günstigen Bedingungen, welche das Meerwasser eines Hafens der Existenz und auch der Zunahme der pathogenen Mikroorganismen bieten könnte, steht gegenüber die Concurrenz, welche jene durch das überaus reichliche Vorhandensein der gemeinen Mikroorganismen in demselben erleiden müssen. Man wird annehmen können, dass sich eine grosse Anzahl der pathogenen Bacterienarten nicht in demselben reproduciren können, sondern in Kürze

unter dem Einfluss der gemeinen Bacterien unschädlich gemacht werden; andererseits lässt sich nicht leugnen, dass einige Arten, wie beim Typhusbacillus und beim Staphylococcus pyogenes aureus, wenn sie auch keine günstigen Bedingungen für ihre Vermehrung finden, doch sich längere Zeit lebend erhalten können.

Dazu trägt die relative Ruhe bei, in der sich das Meerwasser eines Hafens für längere Zeit befinden kann, ferner die geringe Tiefe des Meeres, die sich an verschiedenen Punkten des Ufers ergeben kann; man muss annehmen, dass pathogene Bacterien sich auf den Meeresgrund setzen und sich dort lebend erhalten und in besonderen Fällen vielleicht auch sich reproduciren können; von dort könnten sie leicht mit dem Wasser der Oberfläche vermischt werden durch irgend eine Veranlassung, in Folge deren die oberste Meerbodenschicht, die sich durch abgelagerte Substanzen gebildet hatte, in Bewegung gerieth. — Deswegen kann man sagen, dass pathogene, in das Meerwasser eines Hafens gebrachte Mikroorganismen, von denen sich einige sehr kurze Zeit, andere längere Zeit lebend erhalten, das Meerwasser selbst verunreinigen können, und dass dieses ein directer oder indirecter Infectionsträger werden kann. — Das kann vor allem eintreten, wenn in das Meerwasser eines Hafens Stadtcanäle einmünden, so dass sich deren Inhalt mit dem Meerwasser vereinigt. Daher ergiebt sich vor allem die Nothwendigkeit, dass eine Stadt sich nicht ihrer Abfälle entledigen soll, indem sie den Inhalt ihrer Canäle in das Hafenwasser einführt. — Es ist sicher, dass man mit einer solchen Maassregel zum grossen Theil der Verunreinigung des Hafenwassers selbst entgegentreten wird. Ebenso wird es nöthig sein zu verbieten, dass in das Hafenwasser vom Ufer aus Abfälle geworfen werden.

Es wird aber schwer halten, zu verhüten, dass nicht Verunreinigungen des Hafenwassers durch die dort verankerten Schiffe vorkommen, welche gefährlich sein könnten, falls sich auf dem einen oder dem anderen jener Schiffe Fälle ansteckender Krankheit gezeigt hätten. Man könnte sich jedoch einen gewissen Erfolg von besonderen Gesetzen von Seiten der Seesanitätspolizei versprechen, die den Commandanten der Schiffe aufzuerlegen wären, besonders so weit es das Hinabwerfen von Fäcalmaterien ohne vorherige Desinfection betrifft, und zwar ganz ausnahmslos, wenn es sich um Krankenabfälle handelte, oder wenn das Schiff aus inficirten Häfen käme. — Eine solche Vorschrift müsste meiner Ansicht nach auf's Strengste bewacht werden, besonders in den Häfen, wo sich Lazarethe oder Beobachtungsstationen für Schiffe befinden, welche von Orten kommen, wo epidemische Krankheiten herrschen, deren Einschleppung zu befürchten steht. Allerdings kann man dabei die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass von einem oder mehreren dort abgeschlossenen Schiffen in das Meer

Materien gelangen, die den Keim ansteckender Krankheiten in sich enthalten, und dass bei dem Consum an Meerwasser von Seiten jenes Schiffes, eine Reinfection desselben, oder eine Infection anderer eintreten könnte, wodurch die angewandten Auswurfsmaassregeln unnütz würden.

Ferner ist zu bemerken, dass, wenn in dem Meerwasser, das auf den Schiffen zum Deckwaschen, Reinigen der Utensilien, der Wäsche u. s. w. gebraucht wird, eventuell auch nur wenig pathogene Keime enthalten sein sollten, diese doch auf dem Schiffe selbst einen günstigen Boden für ihre Reproduction finden, weil möglicherweise die Bacterien nach Verdunstung des Wassers an verschiedenen Stellen nicht mehr dem Einflusse der anderen Mikroorganismen unterworfen sind, und begünstigt in ihrer Existenz vor allem durch die fortwährende Feuchtigkeit, die auf den Schiffen herrscht.

Auf diese Weise könnte man vielleicht den Fall erklären, den man nicht selten beobachtet, dass trotz gewissenhafter Desinfection an Bord von Schiffen, welche von inficirten Ländern kommen und auf denen sich während der Ueberfahrt ein Fall ansteckender Krankheit gezeigt hatte, das Schiff auch nach Verlauf einer gewissen Zeit nach der Beobachtung mit den Krankheitskeimen, die sich früher auf demselben gezeigt hatten, von Neuem behaftet erscheint.

Dabei möchte ich noch auf einen anderen Umstand, und zwar auf das Kielwasser hinweisen. Die Wahrscheinlichkeit ist eben sehr gross, dass sich jenes Wasser mit unreinem Wasser, mit Abfällen u. s. w. verunreinigt und dadurch pathogene Mikroorganismen in sich aufnimmt, die ihre Existenz verlängern können trotz der Concurrenz mit den gemeinen Mikroorganismen. Dadurch kann es sehr leicht geschehen, dass dasselbe in's Meer geworfen, besonders das im Hafen eingeschlossene Meerwasser verunreinigt. Andererseits kann bei Ausleerung des Kielwassers auf dem Decke der Schiffe die pathogene Bacterie sich ablagern und vermehren.

In den Häfen könnte der Fall eintreten, dass, da sich im Meerwasser pathogene Keime vorfinden, einige derselben auf dem Ufer abgelagert würden, auf dem sich neben den dort wachsenden Meerpflanzen ein grosser Theil der im Meer schwebenden Substanzen absetzt, und auf diesen könnten jene Bacterien ein für ihre Reproduction günstiges Terrain finden, ohne durch eine Concurrenz belästigt zu sein, und könnten Ursache von Infectionen werden, sei es, dass das Meerwasser längs dem Ufer geschöpft wird, oder in anderer Weise.

Ich habe schon auf die Möglichkeit aufmerksam gemacht, dass der Boden und das Brunnenwasser in der Nähe des Meeres durch eine Durchsickerung des pathogene Mikroorganismen enthaltenden Meerwassers verunreinigt werden könne.

Auf Grund meiner erhaltenen Resultate scheint es mir wünschens-

werth, dass die öffentliche Hygiene der Verunreinigung des Meerwassers, besonders in den Häfen, mehr Aufmerksamkeit widme, als bisher geschehen ist, da die Möglichkeit vorhanden ist, dass das mit pathogenen Bacterien verunreinigte Meerwasser in verschiedener Weise zur Verbreitung ansteckender Krankheiten beitragen kann.

Gleichsam um meine Arbeit über das Meerwasser zu vervollständigen, nahm ich mir vor, einige Untersuchungen anzustellen über die Möglichkeit der Verbreitung der für den Menschen pathogenen Mikroorganismen durch Seefische und zu untersuchen, ob die Mollusken Vermittler bei der Uebertragung pathogener Bacterien werden könnten, insoweit als sie der Existenz der letzteren in ihrem Innern einen günstigen Boden böten. Für mich hatten besonders die Mollusken Interesse, weil sie es sind, die im Allgemeinen in grosser Anzahl, ohne gekocht zu sein, gegessen werden. Ferner gelten seit Langem einige Molluskenarten unter gewissen Bedingungen als verdächtig, Urheber von Krankheiten zu sein, unter denen einige die Symptome einer Infectionskrankheit darbieten sollen, z. B. schreibt man an einigen Orten nicht selten den Ausbruch des Typhusfiebers dem Verschlucken der Miessmuschel zu (Mytilus edulis), besonders wenn sie an gewissen Stellen des Meeres, vorzugsweise in der Nähe der Canalmündungen einer Stadt, gefunden wird. Man weiss auch, dass das Verzehren dieser Molluske häufig die Ursache von Verdauungsstörungen und auch Massenvergiftungen ist, wie es kürzlich in Wilhelmshaven sich zeigte; es ist nicht ausgeschlossen, dass die Anwesenheit eines oder mehrerer pathogener Mikroorganismen im Innern der Molluske und in seinen Organen die Ursache dieses Vorfalls sei.

Ueberzeugt, dass derartige Untersuchungen ein höchst wichtiges Interesse haben könnten, hätte ich dieselben gern im weitesten Maasse unternommen; aber die kurze Zeit, die mir zur Verfügung stand, und noch mehr die Schwierigkeit, die sich mir besonders in den Untersuchungen mit den Fischen entgegenstellten, gestatten es mir nicht, die Resultate zahlreicher Nachforschungen an dieser Stelle mitzutheilen. — Doch halte ich es immerhin für geboten, die selbst auf dem so beschränkten Untersuchungsfelde gemachten Beobachtungen mitzutheilen, indem ich sie in zwei Theile eintheile, diejenigen mit Fischen und jene mit Mollusken.

I. Untersuchungen mit Fischen. Die Frage, die ich mir stellte, war: Können die im Meerwasser, das pathogene Mikroorganismen enthält, lebenden Fische Ueberträger jener Keime werden, und können sie die Infection eines anderen Wassers, in das sie gelangen, veranlassen? Meiner Ansicht nach würde sich die Verbreitung der im Meerwasser ent-

haltenen Keime von Seiten der Fische möglicherweise in doppelter Weise vollziehen können: indem sich entweder die Keime auf der Oberfläche der Fische ablagerten oder sich in den Verdauungstractus derselben einführten. Dass besondere Mikroorganismen auf der Oberfläche der Fischkörper sich festsetzen können, ist eine Thatsache; und ich konnte mich leicht davon überzeugen durch Culturen, welche ich mit der von begrenzten ulcerirenden Flächen entnommenen Substanz herstellte, die, wie mir von competenten Personen versichert wurde, sich häufig auf der Oberfläche der Muränen entwickeln; in der That sah ich einige dieser Ulcerationen auf der Körperoberfläche einiger Muränen, welche seit längerer Zeit im Aquarium der zoologischen Station in Neapel am Leben erhalten waren, und mit der von jenen Flächen entnommenen Substanz konnte ich eine Specialform eines Micrococcus isoliren, der sehr reichlich erschien auch in mikroskopischen Präparaten, welche direct mit jener Substanz gemacht wurden. — Die Schwierigkeiten, die sich mir aber bei der Ausführung der Untersuchungen boten und von denen ich bald sprechen werde, hielten mich davon ab, auf dem eingeschlagenen Untersuchungswege über die Verbreitung der Bacterien fortzufahren, und ich beschränkte mich auf die Nachforschung, ob die von den Fischen verschluckten pathogenen Mikroorganismen sich im Verdauungstractus lebend erhalten und ob die Fische dieselben zugleich mit ihren Dejectionen entfernen könnten.

Obgleich die zoologische Station in Neapel ohne Zweifel diejenige unter allen ist, welche die beste Bequemlichkeit für die verschiedensten Studien über die Biologie der Fische bietet, konnte ich doch nicht aus besonderen Rücksichten die Untersuchungen in der von mir gewünschten Weise ausführen. Es wäre eben für mich nothwendig gewesen, die mit pathogenen Mikroorganismen inficirten Fische in einem Zustand zu erhalten, der, so weit als irgend möglich, sich demjenigen, unter dem die Fische im Meere leben, genähert hätte, und zwar sie in einer Wanne mit ständiger Circulation des Meerwassers zu erhalten; aber um dies zu thun, hätte man eine besondere Meerwassercirculation und eine Desinficirung desselben, ehe es in den Abflusscanal eingelassen wurde, herstellen müssen. Das konnte ich nicht von der Direction der Station verlangen, obgleich sie dazu bereit gewesen wäre. Ich begnügte mich also, meine Untersuchungen in einer Glaswanne anzustellen, die einen Meerwassergehalt von 150 bis 200 Liter hatte. In derselben blieben die Fische, welche für die Untersuchung eine gewisse Grösse haben mussten, nur wenige Stunden am Leben, mit Ausnahme der Zitterroche, die lange lebte.

Ich suchte die Existenzbedingungen der Fische in den Wannen zu bessern, indem ich vor allem beständig durch das Wasser atmosphärische Luft trieb, in der Hoffnung, auf diese Weise den Consum an Sauerstoff

von Seiten der Fische zu ersetzen; als aber jenes Mittel wenig nützte, liess ich jede Stunde das Wasser der Wannen wechseln, aber auch trotzdem gelang es mir nicht, die Fische länger als 5 bis 6 Stunden am Leben zu erhalten. Ich glaube jedoch nicht, dass die Untersuchungen deshalb viel an Werth verloren haben, da ich mich überzeugen konnte, dass jener Zeitabschnitt, selbst ein kürzerer, genügte, um den Erfolg meiner Untersuchungen zu sichern. Dieselben wurden folgendermaassen vorgenommen.

Vor allem muss ich betonen, dass ich nur mit zwei Arten pathogener Mikroorganismen, mit dem Anthrax- und Cholerabacillus, experimentirte. Ich bediente mich nur der Bouillonculturen von 2 bis 5 Tagen, die bei einer Temperatur von 36° C. gehalten waren. Eine gewisse Quantität der Cultur wurde in den Fischmagen eingeführt; dazu benutzte ich eine dünne Glasröhre, 15 bis 20 ^{cm} lang, deren Ränder an den Enden gut gerundet waren, um nicht den Oesophagus des Fisches zu verletzen. Ein Ende der Glasröhre war mit einer Kautschukröhre verbunden, in dessen freies Ende ein kleiner Glastrichter eingeführt war. Der Fisch wurde aus dem Wasser genommen, die Röhre in den Oesophagus eingeführt und in den Magen geleitet, eine Sache, die sich besonders bei einigen Fischen sehr leicht ausführen liess. Darauf hielt man den Trichter in die Höhe und goss in denselben die gewünschte Culturmenge ein, verdünnt mit einer gewissen Quantität Bouillon, im Verhältniss zur Grösse des Fisches. Die Flüssigkeit drang sofort und leicht in den Magen. Dann wurde die Röhre herausgezogen und der Fisch in's Wasser zurückgebracht. Natürlich musste die ganze Operation mit der grössten Schnelligkeit gemacht werden, damit der Fisch so wenig wie möglich durch den kurzen Aufenthalt ausserhalb des Wassers, der höchstens eine Minute dauerte, zu leiden hatte. Nach Verlauf einiger Stunden wurde der Fisch getödtet und mit dem Inhalt des Magens und des Darmes die Platten und mikroskopische Präparate hergestellt, um das Vorhandensein des eingeführten Mikroorganismus festzustellen. Für die wenigen vor Ablauf der Beobachtungszeit gestorbenen Fische wurden die Platten und Präparate kurze Zeit nach dem Tode hergestellt.

Versuch Nr. 1. Meeräsche (Mugil cephalus); von mässiger Grösse. 11./9. 1888. Um 11 Uhr Vorm. führte man in den Fischmagen 1 ^{ccm} Milzbrandcultur. Nach 5 Stunden Tödtung. Platten mit Mageninhalt und mit dem an zwei von einander entfernten Punkten des Darmes entnommenen Inhalte. Nach 48 Stunden zeigt sich auf den mit dem Mageninhalte gemachten Platten und denjenigen des oberen Theiles des Magens entnommenen eine ziemlich üppige Milzbrandcolonieen-Entwickelung zugleich mit wenigen Colonieen anderer Bacterien. Geringe Milzbrandbacillen in den mikroskopischen Präparaten.

Versuch Nr. 2. Katzenhai (Scyllium stellare); gross. 15./9. 1888. 11 Uhr Vorm. in den Magen 3 ^{ccm} Milzbrandcultur eingeführt. Nach drei Stunden Tödtung. Die hergestellten Culturen mit dem Magen- und Darminhalt zeigen keine Milzbrandbacillen-Entwickelung; in den mikroskopischen Präparaten gleichfalls keine Milzbrandbacillen.

Versuch Nr. 3. Katzenhai; mittlerer Grösse. 15./9. 1888. 11 Uhr Vorm. Einführung von 2 ^{ccm} Milzbrandcultur in den Magen. Nach vier Stunden Tödtung. Herstellung der Platten. Auf denjenigen mit Mageninhalt zeigt sich die Entwickelung einiger spärlicher Milzbrandcolonieen; kein Milzbrandbacillus in den mikroskopischen Präparaten.

Versuch Nr. 4. Meeräsche; gross. 20./9. 1888. 10 Uhr Vorm. Einführung von 2 ^{ccm} Milzbrandcultur in den Magen. Stirbt nach drei Stunden. Weder auf den Platten Colonieen, noch unter dem Mikroskop Bacillen.

Versuch Nr. 5. Zitterroche (Torpedo); gross. 21./9. 1888. 10 Uhr Vorm. Einführung von 3 ^{ccm} Milzbrandcultur in den Magen. Tödtung nach sechs Stunden. Resultat negativ auf den Platten und in den mikroskopischen Präparaten.

Versuch Nr. 6. Meeräsche; mittelgross. 12./9. 1888. 10 Uhr Vorm. Einführung von 1 ^{ccm} Choleracultur in den Magen. Tödtung nach vier Stunden. Weder auf den Platten Colonieen - Entwickelung, noch Cholerabacillen in den mikroskopischen Präparaten.

Versuch Nr. 7. Katzenhai; mittelgross. 16./9. 1888. 11 Uhr Vorm. Einführung von 2 ^{ccm} Choleracultur in den Magen. Nach vier Stunden Tödtung. Keine Choleracolonieen-Entwickelung auf den Platten. Resultat negativ bei den mikroskopischen Präparaten.

Versuch Nr. 8. Zitterroche; ziemlich gross. 17./9. 1888. 11 Uhr Vorm. 2 ^{ccm} Choleracultur in den Magen eingeführt. Tödtung nach fünf Stunden. Auf den Platten keine Choleracolonieen; in den mikroskopischen Präparaten keine Bacillen.

Versuch Nr. 9. Meeräsche; gross. 21./9. 1888. 11 Uhr Vorm. 2 ^{ccm} Choleracultur in den Magen eingeführt. Stirbt nach drei Stunden. Bei den Culturen vom Magen- und Darminhalt keine Choleracolonieen-Entwickelung; keine Bacillen in den mikroskopischen Präparaten.

Wie man aus den angeführten Versuchen sieht, tödtete ich immer die Fische wenige Stunden nach der Ansteckung, um dem etwa möglichen Einwurfe zu begegnen, dass die pathogenen Bacterien in den Fischen in kurzer Zeit durch die Injection aus dem Verdauungstractus entfernt

würden. Obgleich man wenig weiss über die Physiologie der Verdauung bei den Fischen, so ist doch sicher, dass, wenn man besonders die Länge des Eingeweidetractus berücksichtigt, z. B. bei der Meeräsche, man annehmen kann, der Durchgang der Nahrungsmittel durch den Verdauungstractus dauere längere Zeit als diejenige, welche ich von der Impfung bis zur Tödtung oder bis zum Tode verstreichen liess. — Ich konnte mich also nur an das Resultat von neun Versuchen halten, davon beziehen sich fünf auf den Milzbrand-, vier auf den Cholerabacillus.

Man ersieht daraus, dass in allen Versuchen, mit Ausnahme des ersten und dritten, die Magenthätigkeit und diejenige des Darmes der Fische der Art war, dass sie die Milzbrand- und Cholerabacillen tödtete, welche in reicher Menge in ihren Magen eingeführt waren; und diese Thätigkeit hatte sich in verhältnissmässig kurzer Zeit vollzogen. Ich muss jedoch dabei darauf aufmerksam machen, dass ich bei allen Versuchen, ausgenommen beim ersten, dritten und sechsten, mit verhältnissmässig grossen Fischen experimentirte; nur die für die obengenannten drei Versuche waren weniger gross; immerhin sieht man, dass auch die Meeräsche mittlerer Grösse (Versuch Nr. 6) den Cholerabacillus in kurzer Zeit zerstören konnte, während, wie aus Versuch Nr. 1 erhellt, die Magenthätigkeit anderer Meeräschen mittlerer Grösse nicht ausreichte, um die Milzbrandbacillen, oder besser gesagt ihre Sporen zu zerstören, weil die in den Magen der verschiedenen Fische eingeführten Milzbrandculturen sporenbildend waren. — Bei Versuch Nr. 3 war die Zerstörung des sporenbildenden Bacillus durch den Magen des Katzenhaies von mittlerer Grösse nur theilweise gelungen.

Es ist nicht meine Absicht, zu positiven und allgemeinen Schlüssen auf Grund der wenigen von mir angestellten Untersuchungen über Fische zu kommen. Ich kann nur sagen, dass von den drei Arten, mit denen ich experimentirte, die grössten Thiere in wenig Stunden den Bacillus und die Sporen des Milzbrandes, die in reicher Menge in ihren Magen eingeführt waren, vollständig zerstörten, dass dagegen die beiden kleineren Fische dazu nicht im Stande waren. Jedoch ist nicht auszuschliessen, im Gegentheil, man muss vernünftiger Weise annehmen, dass bei längerer Dauer der Magenthätigkeit der Fische auf jene Bacillen diese vollständig zerstört worden wären. — Den Cholerabacillus zerstörten alle vier Fische, mit denen ich experimentirte, in ihrem Magen im Verlauf weniger Stunden. Im Verein mit der Beobachtung durch Plattencultur stellte ich auch solche mit mikroskopischen Präparaten an, da ich nicht die Möglichkeit ausschliessen konnte, die sich auf Grund meiner mit dem Meerwasser angestellten Versuche immer mehr aufdrängte, dass die reiche Menge von Colonieen von Mikroorganismen, die sich aus dem Magen- und

Darminhalt entwickelten, eventuell die Entwickelung der Milzbrand- und Choleracolonieen verhindern könnte.

Und das um so mehr, als ich mich überzeugen musste, dass im Allgemeinen die im Fischmagen angetroffenen Bacterienarten dieselben waren, welche ich im Meerwasser beobachtet hatte.

Ich sollte mit einer gewissen Sicherheit annehmen können, dass wenigstens der Milzbrandbacillus und seine Sporen und der Cholerabacillus, die in den Magen der Fische, mit denen ich experimentirte, eingeführt waren, in kürzerer oder längerer Zeit, im Verhältniss zur Grösse der Thiere, getödtet werden, und dass ihre Zerstörung wohl vorzugsweise der Thätigkeit des Magensaftes, aber auch der Concurrenz zuzuschreiben sei, welche jene pathogenen Bacterien mit den gemeinen Bacterien im Magen und eventuell im Darm der Fische aushalten müssen.

II. Versuche mit Mollusken. Meine Versuche erstreckten sich auf drei Arten: die Auster (Ostrea edulis), die Miessmuschel (Mytilus edulis) und die Herzmuschel (Cardium tuberculatum). Ich habe Versuche mit jenen Mollusken sowohl im Wasser als ausserhalb desselben angestellt, und im letzteren Falle machte ich die Beobachtung, dass sich die Thiere auch für zwei Tage lebend erhielten.

Vor allem ist zu betonen, wie die Inoculirung der Cultur des pathogenen Mikroorganismus (ich experimentirte auch hier mit dem Milzbrand- und Cholerabacillus) vorgenommen wurde.

Vermittelst einer dünnen Stahlspitze durchbohrte ich die Schale der Molluske in der Nähe des Schliessgelenkes, indem ich darauf achtete, das Thier nicht zu verletzen; dann führte ich in das Innere der Molluske die gewünschte Menge der Cultur durch eine Glasröhre mit ausgezogener Spitze ein. Vorher wurde die Schale an der zu durchbohrenden Stelle mit einer ($2^0/_{00}$) Sublimatlösung und dann mit absolutem Alkohol und Aether gewaschen, indem ich sie so ganz trocknete. Die Glasröhre war an der Flamme sterilisirt und nachdem ich in das andere Ende einen Wattepfropfen eingeführt hatte, saugte ich die Culturflüssigkeit auf. Diese drang leicht in das Innere der Molluske, es genügte darauf zu achten, dass dieselbe tropfenweise eindrang, damit sie nicht überlief. Nach erfolgter Impfung schloss ich die gemachte Oeffnung mittelst Siegellack und wusch die Stelle mit der Sublimatlösung und dann mit Meerwasser, legte die Molluske in einen mit Meerwasser gefüllten Recipienten, das alle zwölf Stunden gewechselt wurde, und das geschah nicht nur, damit sich das Thier in einer ihm passenden Umgebung befände, sondern auch um zu verhindern, dass sich die eingeimpfte pathogene Bacterie, welche, da die Molluske mit offener Schale im Meere blieb, natürlich aus derselben heraus-

Tabelle

Vers.-Nr.	Datum	Art und Zahl der Mollusken	Beschaffenheit und Menge des Impfstoffes	Die Mollusken wurden gehalten	
	1888				
1	20./9.	zwei kleine Austern	fünf Tropfen einer Milzbrandcultur	im Meerwasser	—
2	20./9.	desgl.	desgl.	—	ausser dem Meerwasser
3	28./9.	zwei grosse Austern	zehn Tropfen einer Milzbrandcultur	im Meerwasser	—
4	28./9.	desgl.	desgl.	—	ausser dem Meerwasser
5	4./10.	zwei Miessmuscheln	drei Tropfen einer Milzbrandcultur	im Meerwasser	—
6	1,/10.	desgl.	desgl.	—	ausser dem Meerwasser
7	12./10.	zwei Herzmuscheln	desgl.	im Meerwasser	—
8	12./10.	desgl.	desgl.	—	ausser dem Meerwasser
	1888				
9	28./9.	zwei grosse Austern	fünf Tropfen einer Choleracultur	im Meerwasser	—
10	28./9.	desgl.	desgl.	—	ausser dem Meerwasser
11	4./10.	zwei Miessmuscheln	zwei Tropfen einer Choleracultur	im Meerwasser	—
12	4./10.	desgl.	desgl.	—	ausser dem Meerwasser
13	12./10.	zwei Herzmuscheln	desgl.	im Meerwasser	—
14	12./10.	desgl.	desgl.	—	ausser dem Meerwasser

9.

Auf den Platten vorgefunden			Die mikroskopischen Präparate zeigten		
nach 6 Stunden	nach 24 Stunden	nach 48 Stunden	nach 6 Stunden	nach 24 Stunden	nach 48 Stunden
keine Milzbrand-colonie	sehr wenige Milzbrand-colonieen	keine Milzbrand-colonie	sehr wenige Milzbrand-bacillen	wenige Milzbrand-bacillen	keine Milzbrand-bacillen
desgl.	keine Milzbrand-colonie	—	keine Milzbrand-bacillen	keine Milzbrand-bacilen	—
desgl.	desgl.	keine Milzbrand-colonie	desgl.	desgl.	keine Milzbrand-bacillen
desgl.	desgl.	desgl.	sehr wenige Milzbrand-bacillen	desgl.	desgl.
desgl.	desgl.	desgl.	keine Milzbrand-bacillen	desgl.	desgl.
desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
wenige Milzbrand-colonieen	desgl.	desgl.	wenige Milzbrand-bacillen	desgl.	desgl.
desgl.	desgl.	desgl.	mehrere Milzbrand-bacillen	desgl.	desgl.
keine Cholera-colonie	keine Cholera-colonie	keine Cholera-colonie	keine Cholera-bacillen	keine Cholera-bacillen	keine Cholera-bacillen
einige Cholera-colonieen	desgl.	desgl.	mehrere Cholera-bacillen	desgl.	desgl.
mehrere Cholera-colonieen	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.
viele Cholera-colonieen	einige Cholera-colonieen	desgl.	viele Cholera-bacillen	wenige Cholera-bacillen	desgl.
keine Cholera-colonie	keine Cholera-colonie	desgl.	keine Cholera-bacillen	keine Cholera-bacillen	desgl.
desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.

ging, nicht im Wasser vermehrte. — Die geimpften Mollusken, welche ausserhalb des Wassers gehalten werden mussten, wurden in eine kleine Glasschale gelegt, vorläufig mit Sublimat gewaschen und mit einer grösseren Glasschale bedeckt, so jedoch, dass ein Luftwechsel möglich war.

Um mich über die weiteren von der eingeimpften Bacterie durchgemachten Phasen zu unterrichten, benutzte ich die Methode der Platten und der mikroskopischen Apparate.

Sechs Stunden nach der Impfung und dann nach einem und zwei Tagen entfernte ich jedesmal das Siegellack vom Bohrloch und nahm mit einer sterilisirten Platinöse eine kleine Probe der im Innern der Molluske sich vorfindenden Flüssigkeit nach voraufgegangener Sterilisation, wie ich es vorher ausgeführt hatte, des das Bohrloch umgebenden Stückes, welches Loch dann von Neuem wieder geschlossen wurde. Die kleine herausgeholte Portion der Flüssigkeit brachte ich in 10 ccm Gelatine und machte dann von dieser aus mit drei Oesen eine zweite Verdünnung, indem ich die relativen Platten präparirte. Mit einer anderen kleinen Menge von Flüssigkeit machte ich für jedes Thier die nothwendigen mikroskopischen Präparate. Auf umstehender Tabelle theile ich die erzielten Resultate mit.

Man ersieht aus den Resultaten der Untersuchungen, dass sowohl für Milzbrand- wie für Cholerabacillus die drei von mir untersuchten Mollusken in ihrem Innern kein günstiges Terrain für die Existenz jener beiden pathogenen Mikroorganismen boten, deren vollständiges Verschwinden in der grösseren Anzahl der Versuche schon nach sechs Stunden, in allen aber, mit Ausnahme von Nr. 12, nach 24 Stunden constatirt werden konnte. — Das gilt sowohl für die inner- wie ausserhalb des Wassers gehaltenen Mollusken. Und diese zweifache Beobachtung hat sicher einigen Werth, weil, wenn das nicht eingetreten wäre und man dagegen nur bei den im Wasser lebenden Mollusken das Verschwinden der beiden pathogenen Bacterien aus ihrem Innern beobachtet hätte, man hätte einwenden können, dass jenes Verschwinden dem beständigen Wechsel zuzuschreiben sei, der sich in dem Innern der Molluske durch das Meerwasser vollzieht, sodass es also gleichsam die Folge eines Waschens des Letzteren gewesen wäre. Dieser Einwurf ist aber meiner Ansicht nach hinfällig, weil die beiden Mikroorganismen auch in kurzer Zeit aus dem Innern der ausserhalb des Wassers gehaltenen Mollusken verschwanden. Im Uebrigen scheint mir, dass auch der beständige Wechsel des Meerwassers im Innern der Molluske nicht genügen würde, um aus ihnen in kurzer Zeit alle von mir in grosser Menge eingeimpften Bacterien zu entfernen, denn sicher

ist, dass dieselben in der fast schleimigen Substanz, welche gleichsam den Körper der Molluske bekleidet, ein sehr günstiges Bett für ihren Aufenthalt finden. Davon überzeugte mich die Thatsache, dass ich in jener Substanz das Vorhandensein einer sehr grossen Anzahl von Mikroorganismen constatiren konnte (in den Austern und den Miessmuscheln), jedoch merkwürdiger Weise nur solche von höchstens einer oder zwei Arten, im Gegensatz zu den vielen, welche das Meerwasser enthält; daher könnte man behaupten, dass einige dieser Arten im Innern der Molluske ein für ihre Reproduction günstiges Terrain finden, die nicht durch den Wasserwechsel gestört würde. Dass aber trotz alledem der letztere viel dazu beiträgt, die Anzahl der Mikroorganismen im Innern der Mollusken zu verringern, will ich gern zugestehen, wobei ich mich auf die Thatsache berufe, dass, wenn ich für mehrere Tage Miessmuscheln unter der Einwirkung circulirenden Meerwassers erhielt, die Zahl jener Organismen sich immer mehr verringerte, was ich jedoch niemals bei den in einem Recipienten mit Meerwasser gehaltenen Miessmuscheln bemerkte. Dagegen nahm bei den ausserhalb des Wassers gehaltenen Mollusken die Menge der Mikroorganismen verschiedener Arten, obgleich sich die Molluske am Leben erhielt, schon nach wenigen Stunden erheblich zu. — Meine Ansicht geht dahin, dass zur Zerstörung der beiden pathogenen Mikroorganismen im Innern der Mollusken, mit denen ich experimentirte, sowohl das für jene in Folge der Secretion der Mollusken wenig geeignete Terrain, als auch die im Innern derselben, wenn auch nur in einer oder zwei Arten sich vorfindende ziemliche Anzahl von gemeinen Mikroorganismen beitrugen, welche eine vollständige Widerstandsfähigkeit der Thätigkeit des Secrets gegenüber zeigten. Denkt man ferner daran, dass bei meinen Versuchen in das Innere der Mollusken eine verhältnissmässig sehr grosse Menge pathogener Mikroorganismen eingebracht wurde, die sicherlich nicht durch das inficirte Wasser übertragen würde, so kann man behaupten, dass im zweiten Falle die vollständige Zerstörung noch viel schneller sich vollziehen würde.

Man kann also auf Grundlage der gemachten Untersuchungen annehmen, dass die Mollusken, mit denen ich experimentirte, wenigstens soweit es den Milzbrand- und Cholerabacillus betrifft, schwerlich ein Mittel zur Ausbreitung jener Keime werden könnten, und um so mehr lässt sich das behaupten, wenn man an die allgemeine Thatsache denkt, dass gewöhnlich die Mollusken, welche der Infection ausgesetzt wären, in Folge der Verunreinigung des Meerwassers, und also vorzugsweise jene der Häfen eine so beträchtliche Menge gemeiner Mikroorganismen enthalten, welche dazu beitragen würden, die Zerstörung der pathogenen zu beschleunigen.

Ich schliesse diesen Bericht, indem ich der Direction und dem gesammten Personal der zoologischen Station in Neapel meinen lebhaftesten Dank ausspreche, wo ich das grösste Entgegenkommen und jede Erleichterung für meine Untersuchungen fand. Meinen besonderen Dank spreche ich dem Director des dortigen bacteriologischen Laboratoriums Dr. G. Frank, seinem Assistenten Dr. Sanfelice und dem Präparator der Station, Cav. Lobianco, aus für die mir erwiesenen Freundlichkeiten.

Der Einfluss der Desinfection mit strömendem und gespanntem Wasserdampf auf verschiedene Kleiderstoffe.

Von

Dr. F. Levison
in Kopenhagen.

In Bd. IV. *dieser Zeitschrift* findet sich ein Bericht über die Resultate der Desinfectionsversuche, welche Docent C. J. Salomonsen und Verfasser mit den damals in Kopenhagen functionirenden Apparaten angestellt hatten. Da es für die Popularisirung der Desinfection als Massregel gegen die Weiterverbreitung ansteckender Krankheit nothwendig ist, das Publikum rücksichtlich einer eventuellen Schädigung ihrer Habseligkeiten durch die Desinfectionsprocedur zu beruhigen, hatten wir auch diese Frage in unsere Versuche eingezogen, sowie sie auch in früheren Veröffentlichungen von vielen Experimentatoren, wie z. B. Guttmann und Merke[1], Vinay[2] u. m. berücksichtigt worden war.

Bezüglich der Farbe lassen die Resultate der gemachten Versuche sich wohl dahin resumiren, dass echt gefärbte Stoffe durch die Desinfection mit strömendem oder gespanntem Wasserdampf an Farbe nichts einbüssen, dass die unecht gefärbten jedoch etwas gebleicht, und dass die Farben bisweilen etwas verwischt werden können, dass weisse Stoffe gewöhnlich etwas vergilben, und dass gewisse Flecke — Eiter, Blut, Fäcalien — durch die Behandlung in den Apparaten fixirt werden, so dass sie nicht durch gewöhnliches Waschen, sondern nur durch Anwendung von Bleichmitteln wie z. B. von einer Lösung von Chlor, unterchlorigsauren Salzen u. s. w. entfernt werden können.

Der Einfluss der Desinfection auf die Consistenz der Kleiderstoffe war nicht so einfach zu beurtheilen. Dass ein Stoff grob geschädigt ist,

---

[1] *Die erste öffentliche Desinfectionsanstalt der Stadt Berlin.* 1886. S. 17.

[2] De la valeur pratique des étuves à désinfection. *Lyon médical.* 1886.

kann man wohl ohne Weiteres wahrnehmen, und man war daher schon lange darüber einig, dass bei der früher geübten Desinfection mittelst heisser atmosphärischer Luft die Kleiderstoffe sehr mürbe gemacht wurden.

Nachdem jedoch diese Apparate überall verlassen sind und nunmehr nur Dampfdesinfection in ihren verschiedenen Formen geübt wird, ist eine solche grobe Schädigung nicht mehr zu fürchten. Immerhin war es möglich, dass die Stoffe etwas gelitten hatten; dies war jedoch ohne besondere Apparate nicht abzuschätzen möglich und von solchen habe ich nirgends eine Beschreibung gefunden. Auch bei unseren früher genannten Desinfectionsuntersuchungen scheiterten unsere Bestrebungen, den Einfluss der Desinfection auf die Consistenz festzustellen, an dem Fehlen eines zweckmässigen Prüfungsapparates.

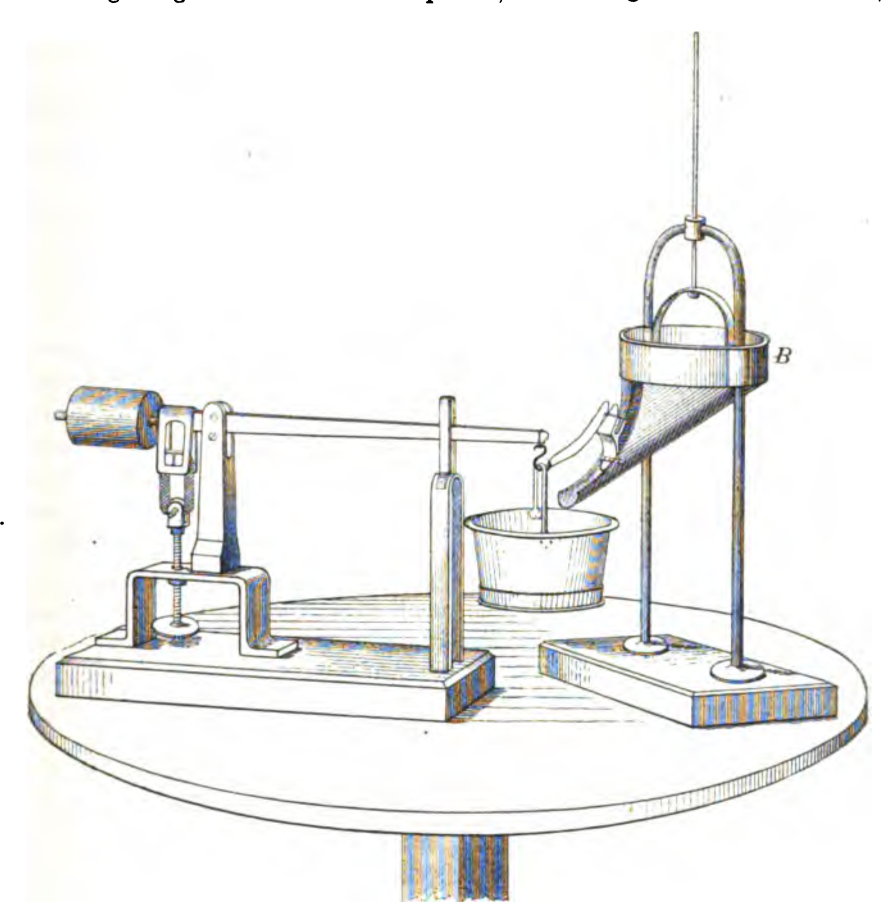
Als die Sanitätscommission Kopenhagens in den Besitz eines speciell für hygienische Untersuchungen eingerichteten Laboratoriums kam, nahm ich mit Genehmigung des Stadtphysikus, Hrn. Dr. med. Tryde, diese Untersuchungen wieder auf und bestrebte mich eine Lösung der Frage zu finden. Vorerst musste daran gedacht werden, einen geeigneten Apparat zu construiren; ein von mir gemachter Versuch zeigte sich unpraktisch; die zur Prüfung von Papier verwendete Maschine konnte die zur Zerreissung der Stoffe nöthige Kraft nicht entwickeln. Endlich wurde von Hrn. Sohl ein Apparat construirt, der allen Anforderungen entspricht.

Der Apparat (siehe Zeichnung) besteht aus einer Decimalwage; am kürzeren Hebelarm wird ein genau nach dem Lineal geschnittener, 25 mm breiter Streifen von dem zu untersuchenden Stoff angespannt. Der doppelt gelegte Zeugstreifen wird oben zwischen zwei viereckigen Stahlstangen mit abgerundeten Kanten festgehalten, welche durch den Zug in eine nach unten schräg ausgefeilte Stahlklammer eingeklemmt werden; nach unten geht der Streifen über eine runde Walze, so dass nirgends eine Knickung des Stoffes stattfindet. Mittelst einer Schraube kann die Walze nach unten gezogen und in dieser Weise der Zeugstreifen während des Versuches immer in gleichmässiger Spannung gehalten werden. Am langen Hebelarm hängt die Wagschale, in welche Schrotkörner aus dem mit *B* bezeichneten Behälter hineinlaufen.

Am Anfang des Versuchs ist also der Zeugstreifen mässig gespannt, der lange Hebelarm horizontal gestellt; es laufen jetzt die Schrotkörner in die Wagschale und gleichzeitig wird durch Drehen an der Schraube der Streifen in derselben Spannung, und der Hebelarm horizontal gehalten, bis das Gewicht so gross wird, dass der Zeugstreifen reisst. Indem die Wagschale herabsinkt, wird in automatischer Weise der Zulauf der Schrotkörner unterbrochen. Der doppelt gelegte Streifen ist also durch das zehnfache Gewicht der verbrauchten Schrotkörner zerrissen, und die

Hälfte dieses Gewichts wird ausreichen, um den einfachen Streifen zu zerreissen.

Mit diesem Apparate sind vom Assistenten des Laboratoriums, Hrn. cand. polyt. Christensen, und mir viele Versuche gemacht worden, über deren Resultat weiter unten berichtet werden soll. Vorläufig galt es die Leistungsfähigkeit der Methode zu prüfen, und dies geschah in der Weise,



dass neue Stoffe zu 25 mm breiten Streifen nach dem Lineal geschnitten und in der beschriebenen Weise geprüft wurden. Es zeigte sich, dass die Stoffe nicht in ihrer ganzen Ausdehnung von derselben Stärke sind, und dass 25 mm breite Streifen desselben Stoffes daher in einigen Fällen bei höchst verschiedenen Gewichten zerreissen. Dies ist der Fall für Leinwand, sowohl feinere als gröbere; von einem Stück Leinwand wurden neun Streifen geschnitten und geprüft; das zum Zerreissen nöthige Ge-

wicht variirte von 17·45—20—28·40 kgrm. Nach und nach wurde in dieser Weise eine ganze Reihe von Stoffen, besonders solche, welche wir auch bei unseren Desinfectionsversuchen angewandt hatten, geprüft, wie z. B. Croisé, Buckskin, Cheviot, Cachemir, Beige, Granité, ganzwollener und halbwollener Flanell, verschiedene Sorten von Schwanenboy, verschiedene Kattune, baumwollene Schürzenstoffe, Dowlas, Barchent, Zwillich und Hessians. Bei diesen Versuchen, deren Details hier nicht referirt werden können, ergab sich, dass die verschiedenen Sorten von Leinwand in den verschiedenen Theilen desselben Stücks von sehr ungleichmässiger Resistenz gegen die Traction sind und daher für die Versuche über den Einfluss der Desinfection nicht besonders geeignet sind; dass einige der baumwollenen Stoffe ebenfalls nicht constant bei derselben Belastung zerreissen, es schwankte z. B. das nöthige Gewicht für eine Sorte von geblümtem Kattun zwischen 6 und 13 kgrm; dass dagegen andere baumwollene Stoffe sich gleichmässiger zeigten, so war die Resistenz einer Sorte von blauem, weissgestreiftem Schürzenstoff 17·05 bis 19·30 kgrm. Die wollenen Stoffe waren alle von einem gleichmässigeren Gewebe; so war das zum Zerreissen von grauem Schwanenboy nöthige Gewicht 10·20 bis 11·35 kgrm; auch Hanf und Jutestoffe zeigten einen recht constanten Zerreissungscoëfficient.

Nach diesen vorbereitenden Versuchen schritten wir zur Untersuchung des Einflusses der verschiedenen Desinfectionsmethoden auf die Stoffe und zwar zunächst durch Prüfung der Zeugproben, welche von unseren älteren Versuchen mit den Desinfectionsapparaten in Kopenhagen aufbewahrt waren. Die meisten dieser Proben waren aber nicht gross genug, um in eine hinreichende Zahl von Streifen geschnitten werden zu können, und da es absolut geboten war, eine Mittelzahl aus einer gewissen Menge von Versuchen zu finden, um nicht durch zufälliges Variiren der Resistenz irre geleitet zu werden, mussten auch diese Versuche zu den vorbereitenden gerechnet werden.

Um ein zuverlässiges Material zu gewinnen, wurden aus der Menge der versuchten Stoffe zwölf ausgewählt, die einmal gewöhnlich in den Spitälern verwendet und somit oft desinficirt werden, zweitens auch grössten Theils von einem gleichmässigen Gewebe waren und in der Resistenz nicht zu grosse Variationen zeigten.

Die geprüften Stoffe waren: Lakenleinwand, Bettzwillich (flächserne Stoffe), Stout, geblümter Kattun, gestreifter Schürzenstoff (baumwollene Stoffe), Kirsey und Buckskin (wollene Stoffe für Mannskleider), Flanell (halbwollener), Schwanenboy (halb- und ganzwollener) und Hessians (grober Stoff, der zum Matratzenüberzug verwendet wird).

Da die von uns früher geprüften Desinfectionsapparate, welche mit heisser Luft oder mit einem Gemisch von heisser Luft und Wasserdampf

Versuchsprotokoll.

Nr. 1. Lakenleinwand.

Fortl. Nr.	Undesinficirte Stoffe	10 mal desinficirte Stoffe	
		Geneste u. Herscher's Apparat	Reck's Apparat
1	44·90	37·75	37·50
2	37·70	35·20	25·40
3	38·85	38·15	29·70
4	43·15	40·10	48·40
5	41·15	39·40	45·00
6	46·75	22·85	42·25
7	37·50	38·60	36·70
8	36·35	28·60	41·30
9	39·75	29·00	37·35
10	42·35	33·70	40·75
	408·45	343·35	384·35
	40·8	34·3	38·4

Nr. 4. Bettzwillich.

Fortl. Nr.	Undesinficirte Stoffe	10 mal desinficirte Stoffe	
		Geneste u. Herscher's Apparat	Reck's Apparat
1	30·95	26·90	21·55
2	27·15	24·05	21·55
3	29·45	27·75	22·45
4	26·30	24·70	22·15
5	29·60	22·00	21·50
6	29·65	22·95	24·90
7	28·25	26·35	22·30
8	29·20	24·00	24·10
9	27·05	22·70	22·00
10	27·15	24·20	21·55
	284·75	245·60	224·05
	28·5	24·6	22·4

Nr. 2. Kirsey.

1	13·35	11·10	11·35
2	14·10	12·35	11·55
3	13·05	12·15	10·30
4	13·85	12·15	12·05
5	13·85	12·00	11·30
6	13·90	11·70	10·15
7	13·20	11·45	10·80
8	13·60	11·40	11·55
9	14·00	11·60	10·40
10	13·45	12·55	11·45
	136·35	118·45	110·90
	13·6	11·8	11·1

Nr. 5. Gestreift. Schürzenstoff.

1	14·65	18·60	17·80
2	14·95	20·25	16·75
3	14·50	20·65	16·95
4	19·30	19·75	18·00
5	15·65	18·20	17·70
6	17·80	19·50	18·00
7	18·65	18·30	18·40
8	18·20	18·30	19·90
9	12·40	18·15	19·60
10	14·20	16·95	17·80
	160·30	188·65	180·90
	16·0	18·9	18·1

Nr. 3. Buckskin.

1	25·15	24·85	24·45
2	27·85	25·10	24·70
3	27·35	23·70	24·00
4	27·40	24·80	25·40
5	26·30	23·55	24·30
6	26·85	25·50	22·15
7	27·25	23·95	24·30
8	25·95	24·50	24·05
9	26·10	24·00	24·40
10	28·20	24·55	23·55
	268·40	244·50	241·30
	26·8	24·5	24·1

Nr. 6. Geblümter Kattun.

1	9·60	16·45	12·60
2	16·00	15·65	16·70
3	9·40	10·70	15·90
4	15·10	14·80	14·40
5	11·25	16·60	15·55
6	14·80	16·35	10·65
7	17·55	10·15	16·05
8	18·65	15·80	14·85
9	8·45	16·70	15·55
10	14·80	9·65	14·75
	135·60	142·65	147·00
	13·6	14·3	14·7

Versuchsprotokoll.

Nr. 7. Dowlas.

Fortl. Nr.	Undesinficirte Stoffe	10 mal desinficirte Stoffe: Geneste u. Herscher's Apparat	10 mal desinficirte Stoffe: Reck's Apparat
1	17·20	18·45	15·30
2	24·50	22·65	12·85
3	17·55	13·30	16·85
4	19·80	19·15	10·45
5	23·45	24·55	13·15
6	23·25	18·05	19·50
7	18·70	19·65	18·80
8	13·30	21·55	14·05
9	11·35	18·05	18·45
10	12·35	15·60	18·65
	180·95	191·00	158·05
	18·1	19·1	15·8

Nr. 10. Schwanenboy, halbwoll.

Fortl. Nr.	Undesinficirte Stoffe	10 mal desinficirte Stoffe: Geneste u. Herscher's Apparat	10 mal desinficirte Stoffe: Reck's Apparat
1	20·05	21·75	25·25
2	18·25	17·90	23·75
3	19·05	21·05	21·90
4	19·55	20·25	18·90
5	18·95	20·90	20·60
6	21·00	24·10	21·70
7	19·80	21·95	17·40
8	20·30	19·95	22·10
9	21·60	20·70	21·40
10	20·60	21·40	19·40
	199·15	209·95	212·40
	19·9	21·0	21·2

Nr. 8. Stout, federdichter Barchent.

1	28·50	24·65	24·80
2	29·30	25·50	25·70
3	33·75	23·90	25·65
4	29·10	26·80	26·80
5	30·90	28·65	23·50
6	28·00	21·60	27·40
7	32·50	25·10	26·85
8	25·60	23·05	28·85
9	27·70	26·25	25·55
10	28·35	27·50	26·25
	293·70	253·00	261·35
	29·4	25·3	26·1

Nr. 11. Schwanenboy, ganzwoll.

1	8·05	7·25	7·30
2	10·90	7·10	7·70
3	11·45	7·85	7·75
4	9·45	7·65	7·90
5	9·00	7·50	8·25
6	8·70	5·55	6·85
7	10·40	7·50	8·30
8	9·30	8·00	6·50
9	8·65	7·60	8·20
10	9·60	7·15	7·20
	95·50	73·15	75·95
	9·6	7·3	7·6

N. 9. Flanell, halbwollener.

1	11·25	11·35	7·45
2	12·05	14·60	7·70
3	14·40	14·30	7·85
4	13·80	14·00	8·50
5	13·20	13·45	12·35
6	12·10	10·40	11·70
7	14·95	9·70	12·15
8	11·10	10·40	12·20
9	13·65	12·70	10·35
10	14·05	10·95	11·50
	130·55	121·85	101·75
	13·1	12·2	10·2

Nr. 12. Hessians.

1	29·15	31·35	41·05
2	31·85	34·85	34·90
3	27·95	38·80	28·60
4	37·80	34·10	35·75
5	35·65	32·25	42·50
6	39·65	31·30	32·90
7	36·90	33·90	26·80
8	28·50	34·25	32·05
9	33·75	35·50	34·30
10	23·30	32·25	31·15
	324·50	338·55	340·00
	32·5	33·9	34·0

wirken, als obsolet betrachtet werden müssen, haben wir es nicht als nöthig angesehen, die eventuelle Schädigung der Stoffe in diesen Apparaten zu untersuchen. Es waren dann die Systeme für Desinfection mittelst strömenden Wasserdampfes (Reck) und mit gespanntem Wasserdampf (Geneste und Herscher) übrig. Die Versuche wurden in der Weise gemacht, dass jede Zeugprobe in drei Theile geschnitten wurde; von den drei Stücken wurde das eine undesinficirt geprüft, das zweite 10 mal im Reck'schen Apparat behandelt, das dritte ebenfalls 10 mal in Geneste und Herscher's Apparat desinficirt. Nach jeder Behandlung wurden die Stoffe getrocknet und abgekühlt und dann wieder in den Apparat gebracht. In dieser Weise musste die eventuelle Schädigung sich cumuliren und deutlicher hervortreten als bei einer einmaligen Desinfection. Von jedem der drei Stücke wurden zehn 25 mm breite Streifen geschnitten und mit dem Apparat geprüft; aus den gefundenen Zahlen wurde dann eine Mittelzahl berechnet.

Bei der Zusammenstellung der Mittelzahlen ergiebt sich folgende Tabelle:[1]

	Undesinficirte Stoffe	10 mal desinficirt	
		Herscher u. Geneste	Reck
Lakenleinwand	40·8	34·3	38·4
Bettzwillich (flächsern)	28·5	24·6	22·4
Buckskin	26·8	24·5	24·1
Kirsey	13·6	11·8	11·1
Flanell, halbwollener	13·1	12·2	10·2
Schwanenboy, halbwollener	19·9	21·0	21·2
Schwanenboy, ganzwollener	9·6	7·3	7·6
Stout, federdichter Barchent	29·4	25·3	26·1
Dowlas	18·1	19·1	15·8
Geblümter Kattun	13·6	14·3	14·7
Gestreifter Schürzenstoff	16·6	18·9	18·1
Hessians	32·5	33·9	34·0

Es zeigt sich beim Betrachten dieser Tabelle, dass die flächsernen Stoffe, Leinwand und Bettzwillich, am meisten durch die 10 malige Desinfection gelitten haben; doch kann man bei der oben oft erwähnten Ungleichmässigkeit dieser Stoffe sich nicht ganz darauf verlassen, dass die Differenz der Tragkraft genau einer Schädigung durch die Desinfection entspricht. Auch die ganzwollenen Stoffe, Kirsey, Buckskin, Schwanenboy, haben etwas, doch nicht bedeutend gelitten, wie auch der halbwollene Flanell, doch ist der Verlust an Tragkraft bei allen diesen Stoffen verhältnissmässig gering.

[1] Das Gewicht ist in den Tafeln in Pfund = 500 grm angegeben.

Während einer der baumwollenen Stoffe, federdichter Barchent, ebenfalls einen, wenn auch nicht sehr bedeutenden Verlust an Tragkraft erlitten hat, zeigen die übrigen baumwollenen Stoffe Kattun und Schürzenstoff, sowie der halbwollene, halbbaumwollene Schwanenboy ein ganz überraschendes Verhalten, indem sie nach der zehnmaligen Desinfection eine grössere Last tragen können als vorher, scheinbar also durch die Procedur gewonnen haben; für Dowlas, ebenfalls ein baumwollener Stoff, scheint die Desinfection im Reck'schen Apparat eine Verringerung der Tragkraft verursacht zu haben, während Geneste und Herscher's Apparat auch hier eine Vermehrung der Tragkraft bewirkt hat. Da die Apparate bei allen übrigen Versuchen ziemlich in derselben Weise auf die Stoffe eingewirkt haben, wird wohl ein zufälliger Webefehler diese Inconsequenz verursacht haben.

Für Hessians war der Fall wie für die baumwollenen Stoffe — durch die Desinfection wurde der Stoff stärker.

Als Endresultat der referirten Versuche muss ich hervorheben, dass die Stoffe, welche am meisten durch die zehnmalige Desinfection gelitten hatten, doch vollständig brauchbar waren, und es muss also eine einmalige Desinfection für alle hier geprüften Stoffe ohne jeglichen Einfluss auf ihre Brauchbarkeit und ihren Werth sein.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Die Durchlässigkeit der Luftfiltertuche für Pilzsporen und Bacterienstäubchen.

Von

Dr. R. J. Petri,

Regierungsrath und Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Die Kenntniss der Thatsache, dass die Luft in der Umgebung der menschlichen Wohnungen fast stets eine grössere oder geringere Menge von Bacterienstäubchen und Pilzsporen enthält, hat sich sehr schnell Eingang verschafft in die weitesten Kreise: Das grosse Publikum verbindet mit dem Begriff Bacterien gemeinhin auch die Vorstellung von der krankheiterregenden Schädlichkeit dieser Gebilde. Es liegt ihm zunächst fern, sich etwa vorzustellen, dass die überwiegende Menge aller in der Aussenluft unserer Wohnungen staubförmig schwebenden Keime durchaus harmlosen Arten von Mikroorganismen angehört. Nicht ganz mit Unrecht hält es sich an den Umstand fest, dass für gewisse pathogene Bacterien und Pilze überhaupt die Möglichkeit besteht, in ansteckungsfähigem Zustande kürzere oder längere Zeit als Staub in der Luft zu schweben. Man kann nicht verlangen, dass es darüber aufgeklärt ist, wie wenige solcher Krankheitsstoffe im Ganzen zu diesen Luftreisen befähigt sind, oder wie wenige pathogene Mikroorganismen die dazu berufenen Fachleute bisher eigentlich im Luftstaub mit Sicherheit nachgewiesen haben. Dass eine Uebertragung von Krankheitsstoffen auf dem Luftwege, um mich so auszudrücken, so gut wie ausschliesslich wohl durch die kleinen, unauffälligen Strömungen innerhalb unserer Wohnungen von Mensch zu Mensch stattfindet, sich dagegen nicht oder doch nur äusserst selten in dem alles umfluthenden, grossen Ocean der Aussenluft abspielt, auch davon darf man natürlich dem Publikum keine Kenntniss zumuthen. Dass wir Hygieniker viel Luft, genügende Ventilation der bewohnten Räume besonders auch in der Absicht verlangen, die Ecken und Winkel

unserer Wohnungen mit frischer Aussenluft allzeit genügend auszuspülen, in der Erkenntniss, dass eben diese Aussenluft weit weniger Gefahren in sich birgt, als die mit Menschenstaub oft nur allzu reichlich versehene Wohnungsluft, kann dem Publikum unmöglich bekannt sein. Um so weniger dürfen wir daher erstaunen über das allgemein getheilte Bestreben, bei Ventilationsanlagen die von Aussen entnommene Luft vor ihrer Einführung in die Wohnräume noch von den in ihr etwa vorhandenen Keimen zu befreien. Man will sich nicht mehr damit begnügen, die Aussenluft an möglichst staubfreier Stelle zu schöpfen, sondern die ganze benöthigte Luftmenge soll auch noch ein staubdichtes Filter passiren, bevor sie der Lunge dargeboten wird. Den Wünschen des Publikums hat nun in den letzten Jahren die Technik in ausgiebigster Weise Rechnung getragen, und vermuthlich haben die betreffenden Kreise auch ihre Rechnung dabei gefunden.

Die Frage, ob die Zwischenschaltung keimdichter Filter in den Frischluftcanal der Ventilationsanlagen seitens der Hygiene etwa gefordert oder auch nur gewünscht wird, bedarf nach dem Gesagten eigentlich keiner weiteren Erörterung. Für die Fernhaltung von Infectionsstoffen wird der Hygieniker die Anschaffung dieser Filter wohl kaum ernstlich befürworten. Wird doch ein sehr erheblicher Bruchtheil der Frischluft selbst im Winter und bei vorhandenen Ventilationsanlagen, geschweige denn im Sommer durch Fenster und Thüren stets unfiltrirt unseren Lungen zufliessen müssen. Ein anderes Aussehen gewinnt die Luftfilterfrage vielleicht für die Anlage von Centralheizungen. Ueber das Verhalten des Luftstaubes auf den üblichen Heizkörpern ist so gut wie nichts bekannt. Nur darin ist man einig, dass es sehr wünschenswerth ist, diese Apparate so staubfrei als irgend möglich zu erhalten. Denn wenn sich im Sommer eine Staubschicht darauf abgelagert hat, so macht sich dies im Beginn der Heizperiode mindestens unangenehm bemerkbar. Ob eine Abhaltung des groben Staubes für die in dieser Hinsicht berechtigten Wünsche schon genügt, oder ob es gerechtfertigt ist, deshalb auch den feineren Staub abzufiltriren, also eine keimfreie Luft über die Heizkörper streichen zu lassen, das halte ich noch für unentschieden.

Mit mehr Grund als der Hygieniker scheinen mir gewisse Industrieen die Zufuhr einer keimfreien Frischluft für ihre Werkstätten oder Lagerräume zu verlangen. So kann beispielsweise für die Gährungsgewerbe die Fernhaltung fremder Keime von einschneidendster Wichtigkeit sein. Ich will daher vor der Hand das Bestreben, keimfreie Aussenluft durch die Ventilation zu schaffen, als ein berechtigtes voraussetzen.

Es gilt jetzt die Wege zu prüfen, welche die Technik eingeschlagen hat, um zu diesem Ziele zu gelangen.

Man hat versucht durch Waschen mit Wasser die Luft von ihren staubförmigen Verunreinigungen zu befreien. Verschiedene Apparate sind für diesen Zweck construirt. Es ist hier nicht der Ort, näher auf die Luftwaschapparate einzugehen. An exacten Untersuchungen, ob dieselben wirklich eine keimfreie Luft erzielen, fehlt es meines Wissens noch durchweg.[1]

Sehr viel mehr Eingang als die Wäsche hat nun die Anwendung von Filtern aus gewebten Stoffen gefunden.

Auch ungewebte Baumwolle in Form von Watte ist hin und wieder angewendet worden. Dieses Material benutzen wir bekanntlich im Laboratorium in ausgiebigster Weise als keimdichten Verschluss. Dass ein durch Watte gegangener Luftstrom wirklich keimfrei ist, unterliegt daher keinem Zweifel. Für die Ventilationspraxis im Grossen kann aber die Watte nicht in Frage kommen. Sie ist zu theuer und setzt dem Luftstrom einen viel zu grossen Widerstand entgegen.

Nur die gewebten Stoffe kommen für Luftfilteranlagen, bis jetzt wenigstens, in Betracht.

Um nun die Zweckmässigkeit solcher Luftfilter einer exacten Beurtheilung zu unterziehen, ist es nöthig, vor Allem nach zwei Richtungen hin Versuche mit ihnen anzustellen.

Da wir eingestehen müssen, dass die Absicht, die Aussenluft bis zur Keimfreiheit zu filtriren, nicht ganz ausreichend begründet ist, so müsste die Untersuchung, in wie weit sich durch die Filter diese Absicht verwirklichen lässt, also die Prüfung der Stoffe auf ihre Durchlässigkeit für Pilzsporen und Bacterienkeime, eigentlich erst in zweiter Linie in Betracht kommen.

An erster Stelle muss vielmehr die Frage beantwortet werden, ob sich die Einschaltung der Filter vom ökonomischen Standpunkt aus rechtfertigen lässt.

Ganz besonders kommt es auf diese Antwort an, wenn es sich um Anlagen handelt, die aus einem öffentlichen Säckel bezahlt werden sollen. Bei den oft knapp bemessenen Geldern, mit denen derartige Unternehmungen zu rechnen haben, würde es nicht zu verantworten sein, für eine nicht als nothwendig zu bezeichnende Filteranlage eine meist nicht unbeträchtliche Ausgabe zu machen. Dies darf um so weniger geschehen, als ja nicht nur die Erstanschaffung einen unnützen Kostenaufwand dar-

[1] Einen solchen Apparat habe ich gelegentlich einer früheren Arbeit (Eine neue Methode den Keimgehalt der Luft zu bestimmen), *diese Zeitschrift*, 1888, Bd. III, S. 128—130, untersucht. Die beiden damals von mir angestellten Versuche sprachen gegen eine ausreichende Wirksamkeit der Waschung.

stellen würde, sondern, wie leicht einzusehen sein wird, eine fortlaufende Vergeudung von Betriebskraft d. i. Geld dadurch herbeigeführt werden muss.

Zur ausreichenden Beantwortung beider Fragen genügen nun einfache, sogenannte Laboratoriumsexperimente wohl kaum. Die betreffenden Untersuchungen müssen vielmehr an einer richtigen Ventilationseinrichtung mit der zu prüfenden Filteranlage gemacht werden.

Dem freundlichen und liebenswürdigen Entgegenkommen von Hrn. Professor Rietschel verdankte ich die Gelegenheit, an einer solchen Anlage die in Frage stehende Untersuchung anzustellen.

Die Beantwortung der technisch-ökonomischen Fragestellung hat Herr Professor Rietschel übernommen.

Für diesen Zweck schuf er in dem Maschinengebäude der technischen Hochschule zu Charlottenburg die nachstehend näher beschriebene Anlage.

Beschreibung der Versuchsanordnung.

Als Versuchsraum dient ein zu ebener Erde gelegenes Zimmer im Maschinenhause. Der Luftstrom wird erzeugt durch die Arbeit der im Nebenraum befindlichen Gaskraftmaschine. Ein in den Versuchsraum geführter Transmissionsriemen versetzt den Flügelradventilator *a* in Umdrehung. Nach Wunsch kann derselbe ein- oder ausgeschaltet werden. Vermittelst dieses Ventilators (in Fig. 1 ist die Einrichtung, schematisch, im Grundriss dargestellt) schafft die Maschine stündlich 2700 ^{cbm} Luft. Dieselbe wird durch den hölzernen, nach aussen vom Zimmer mündenden Canal *c* zugeführt. Die Abführung der Ventilationsluft erfolgt durch den Canal *g* in den nach oben gehenden Luftschacht *h*. Die Canäle *c* und *h* können durch Schieber beliebig verengt, resp. ganz geschlossen werden. Rechtwinklig vom Canal *c* ist in das Versuchszimmer der aus Blech verfertigte Canal *d*, mit kreisförmigem Querschnitt, abgezweigt. Auch dieser Canal kann durch die Drosselklappe *f* nach Wunsch mehr oder weniger geschlossen werden. Mit dem Canal *d* werden nun die Filter, sowie die übrigen zum Versuch nöthigen Apparate in Verbindung gebracht. Zunächst der Klappe *f* ist in den Canal das Stück *k* mit quadratischem Querschnitt eingeschaltet. Die obere, sowie die beiden seitlichen Flächen dieses Theiles bestehen aus Glasscheiben, welche, in Nuten gehend, nach Bedarf entfernt oder mit Glaserkitt luftdicht verschmiert werden können. An dieser Stelle wird das Zifferblatt des Anemometers untergebracht. Dasselbe ist alsdann von oben her bequem abzulesen. Der Flügelradtheil des Instrumentes wird (bei *l*) in das sich an den eben beschriebenen Glastheil weiter anschliessende Blechrohr d_1 ebenfalls mit Glaserkitt so eingepasst, dass das Lumen des Rohres von der Fassung des Rades voll-

kommen ausgefüllt ist. Natürlich wird dabei für senkrechte Stellung des Rades gesorgt. Das Zählwerk des Anemometers liegt deshalb auf einem passenden Untersatz. Durch zwei kleine Löcher bei *i* werden die Anemometerschnüre nach aussen geführt. Auf den Canal *d* ist das Ansatzstück *m* luftdicht aufgepasst. Sowohl *d* als *m* sind durch Mauersteine sicher und unbeweglich gestützt. *m* ist ein würfelförmiger Blechkasten. Mit d_1 ist er durch einen trichterförmigen Theil verbunden, nach vorn offen. Die vordere Mündung misst im Lichten genau 0·5 m im Quadrat, ist also gleich dem vierten Theil eines Quadratmeters. Auf den Rand der Mündung ist ein kräftiger Eisenrahmen *o* gelöthet, welchen in seiner ganzen Ausdehnung in Abständen von etwa 1 cm Löcher zur Aufnahme von Schrauben durchbohren. Die zu prüfenden Filtertuche werden auf einen Holzrahmen gespannt, der genau auf den eisernen Kastenrand passt. Auch im Holzrahmen sind gleiche Löcher, welche mit denen des Kastenrandes sich decken. Kurze Eisenschrauben, deren Muttern scharf angezogen werden, dienen zur Verbindung beider. Zur Dichtung werden noch Streifen von Guttaperchablatt zwischengeklemmt. In der Tiefe des Kastens bei *n* befinden sich mehrere senkrecht gestellte Drahtgitter. Sie dienen dazu, die Widerstände für die einströmende Luft gleichmässiger zu vertheilen.

Figur 2 zeigt in schematischer Zeichnung die mit Holzrahmen und Filter versehene vordere Kastenöffnung. Bei *r* (Fig. 1) ist in die obere Kastenwand eine Tubulatur eingelöthet. Durch dieselbe wird mittelst Kautschukstopfen ein dünnes Metallröhrchen (Fig. 5) derart eingeführt, dass sein unteres Ende sich in der Axe des Kastens einige Centimeter hinter der Mitte des Filters befindet. Das Röhrchen hat ein Lumen von 0·25 mm und endet unten in eine kleine, scharfrandige Scheibe von 3 mm Durchmesser. Durch diese Fürsorge wird bewirkt, dass die an der Mündung des Röhrchens vorbeiströmende Luft, ohne Nebenerscheinungen zu bewirken, ihren jeweiligen Druck auf das Capillarrohr überträgt. Die obere Mündung des Röhrchens steht durch einen Gummischlauch mit dem Recknagel'schen Petroleummanometer in luftdichter Verbindung. Dasselbe ist auf einem Schemel neben der Kastenmündung aufgestellt.

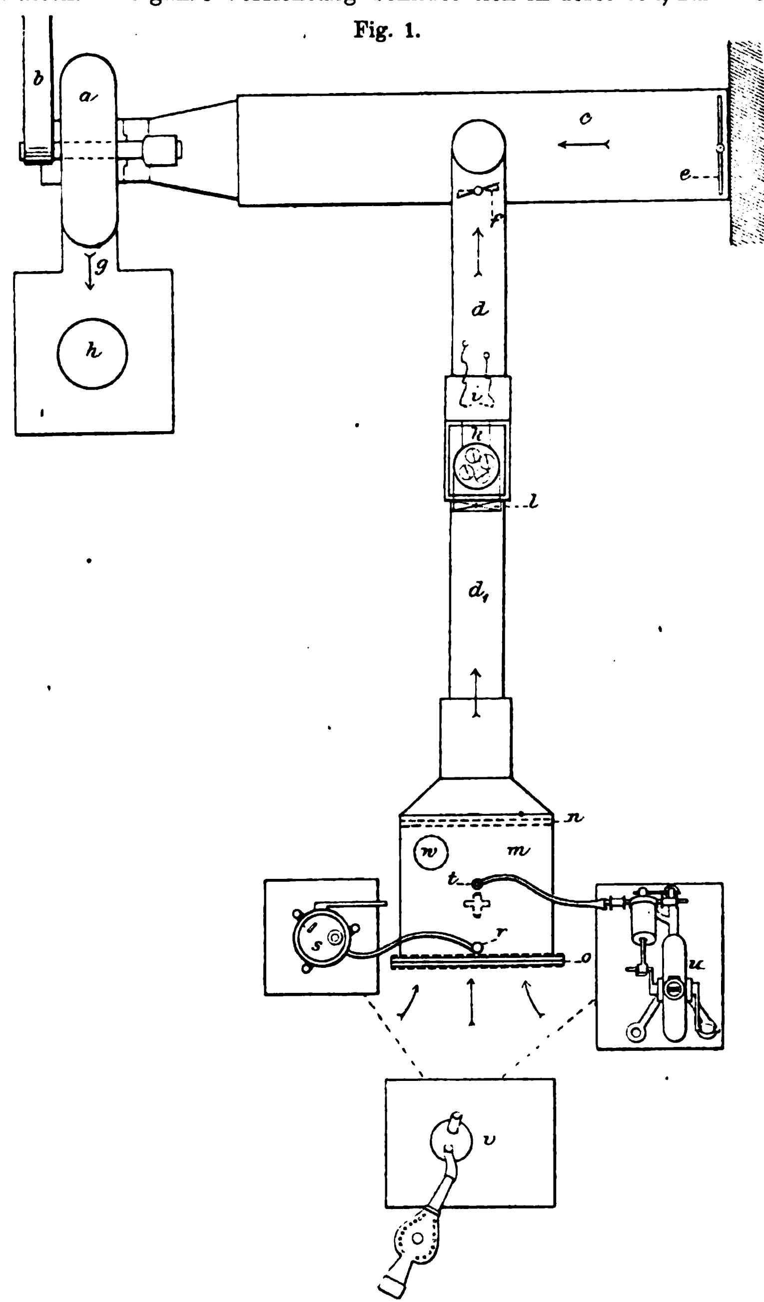
Die ganze bis hierher beschriebene Versuchsanordnung ist von Hrn. Professor Rietschel erfunden, unter seiner Leitung hergestellt und mir für meine Versuche bereitwilligst überlassen worden.

Für meine Zwecke habe ich nun noch folgende kleine Einrichtung hinzufügen dürfen.

In der Mitte des Kastens, senkrecht zur Axe desselben, ist ein ca. 2 cm breiter Reifen *a* (Fig. 3) aus starkem Kupferblech ausgespannt. Derselbe wird in seiner Lage erhalten durch drei straffe Drähte, welche bei

efg in Oesen eingehakt sind. Die Oesen sind in die Wände des Kastens eingelassen. Die ganze Vorrichtung befindet sich in derselben, zur Kasten-

Fig. 1.



axe senkrechten Ebene. Die Weite des Kupferreifens beträgt 9 bis 10 ^{cm}, Bei *b* ist an ihn noch ein kleiner Reif von etwa 1·8 ^{cm} Durchmesser angelöthet. Beide Reifen federn etwas, sind offen und können bei *c* und *d* durch Flügelschrauben fest zugezogen werden. Der grössere Reif ist bestimmt zur Aufnahme eines mit Nährgelatine ausgegossenen Luftschälchens, in den kleinen Ring wird ein Glasröhrchen mit Sandfiltern eingespannt.[1] Bei *A* (Fig. 1) ist in die obere Kastenwand eine zweite Tubulatur eingelöthet. Durch diese wird, wieder unter Beihülfe eines Kautschukstopfens, das zum Sandfilterröhrchen führende Bleirohr luftdicht eingepasst. Figur 4 zeigt die Verbindung der Kupferreifen mit Glasschälchen, Sandfilterrohr

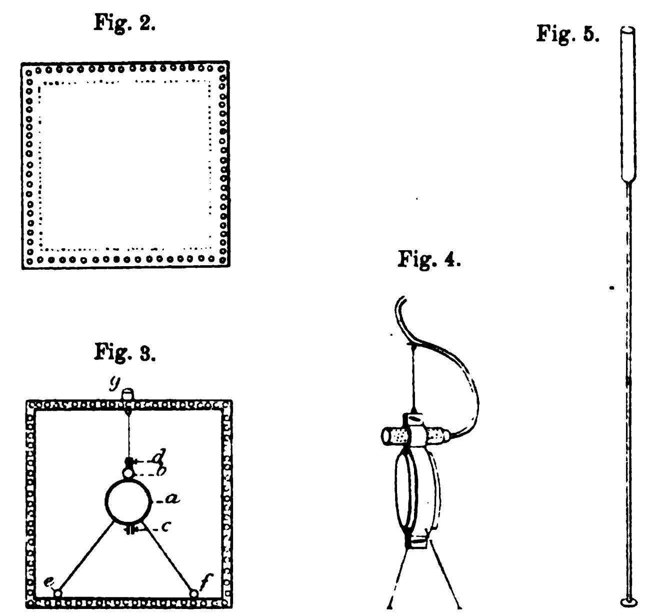


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

und Bleileitung in seitlicher Ansicht. Das Bleirohr führt zu der bei *u* neben dem Kasten auf einem Schemel stehenden Luftpumpe mit schwingendem Cylinder, wie ich sie für meine Methode angegeben und in der erwähnten Arbeit ausführlich beschrieben habe. Bei *v*, der vorderen Kastenöffnung gerade gegenüber, steht auf einem dritten Schemel eine Wulf'sche Flasche mit der zur Verstäubung bestimmten Staubsorte, in Verbindung mit einem Handblasebalg.

Zweck und Ausführung der Versuche.

Meine Versuche waren in erster Linie dazu bestimmt, eine Unterlage abzugeben zur exacten Beantwortung der oben an erster Stelle angeführten

[1] Vgl. meine Methode der Luftuntersuchung in der oben citirten Arbeit.

Frage. Es galt die Durchlässigkeit der Filtertuche für Mikroorganismen zu prüfen. Folgendes ist dabei zu berücksichtigen, wenn die Versuche für die praktischen Verhältnisse einen Werth beanspruchen sollen. Zunächst kamen ausschliesslich solche Filtertuche in den Versuch, welche in der Praxis Verwendung finden. Die üblichen Luftfilter sind nun meist grösser als unser Versuchsfilter. Obschon die für die Frischluft bestimmten Ventilationsschächte in ihrem Querschnitt die Dimensionen unseres Blechkastens oft nicht übertreffen, so wird doch in der Praxis von einem einfach ausgespannten Filtertuch nur in ganz seltenen Fällen, für kleinste Anlagen, Gebrauch gemacht werden können. Die Filterfläche wird aus leicht einzusehenden Gründen möglichst gross genommen, und zu diesem Zwecke Filter in Taschenform in den Ventilationscanal eingesetzt.

Solche taschenförmigen Filter habe ich nur vor der Hand nicht mit in die Untersuchung hineingezogen. Trotzdem glaube ich, dass meine Versuchsresultate auf dieselben recht wohl übertragen werden können. Auch der Umstand, dass die Luft die Taschenfilter unter spitzem Winkel trifft, während sie bei meinen Versuchen senkrecht zur Filterfläche strömt, kann, wie man einsehen wird, nicht wesentlich in Betracht kommen.

Die in der Luft schwebenden kleinsten Körperchen werden — von gelegentlichen Windströmungen abgerechnet — vom angesaugten Luftstrom ergriffen und gegen das Filter geschleudert. Die Kraft, mit welcher dies geschieht, ist fast ausschliesslich gegeben durch die Geschwindigkeit des betreffenden Luftstroms. Dieselbe ist bedingt durch die Luftmenge, welche in der Zeiteinheit die Flächeneinheit des Filters passirt. Für den Fall, dass letzteres, wie in unseren Versuchen, in einfacher, glatter Fläche den ganzen Querschnitt des Zuluftcanales ausfüllt, decken sich Querschnitt des Canals und Filteroberfläche; bei den taschenförmigen Filtern ist dies natürlich nicht der Fall. Es hängt daher auch die Geschwindigkeit, mit welcher die Staubtheilchen gegen das Filter gesaugt werden, nicht vom Querschnitt des Ventilationscanales ab, sondern von der Grösse der ausgespannten Fläche Filtertuch. Ich durfte also, um vergleichbare Resultate zu erhalten, mich nicht etwa darauf beschränken, einfach mit den in der Praxis üblichen Ventilationsgrössen zu arbeiten, sondern ich musste stets darauf Rücksicht nehmen, dass nur praktisch wirklich in Frage kommende Luftmengen in der Zeiteinheit die Einheit Filterfläche passirten. Wurden nach oben wie nach unten hin die in der Praxis möglichen Grenzen innegehalten, oder lieber noch in beiden Richtungen ein Zuviel geboten, so durften die Versuche volle Gültigkeit wohl beanspruchen.

Auf einen Umstand möchte ich noch hinweisen. Man könnte einwenden, dass die lebendige Kraft, mit welcher jene kleinsten Staubtheilchen, um mich so auszudrücken, das Filter zu durchbohren streben, ihnen schon

eine ganze Strecke vor dem Filter inne wohnt, wenn sie mit der Luft in einem vielleicht ziemlich engen Querschnitt sich bewegen müssen, und es daher für das Eindringen resp. Durchfliegen durch das Filter nunmehr keinen grossen Unterschied ausmache, ob den kleinen Geschossen das Tuch in grösserer oder beschränkterer Ausdehnung preisgegeben wird. Eine solche Schlussfolgerung ist nicht zulässig. Ueberhaupt müssen wir uns von dem etwaigen Durchtritt der kleinen Staubtheilchen durch das Filter wohl eine andere Vorstellung machen. Die Staubtheilchen besitzen nur sehr geringes Gewicht. Selbst bei ziemlich grosser Geschwindigkeit des Luftstromes, welcher sie dem Filter zuführt, wird daher ihre lebendige Kraft immerhin nur eine äusserst geringe sein. Die Wucht, mit der sie in das Filter hineinfliegen, wird deshalb durch die Widerstände in demselben so gut wie ganz vernichtet werden. Deswegen kommt es auch auf den Winkel, unter welchem auftreten, gar nicht an. Zur Ueberwindung dieses Widerstandes ist nun ein Theil von der saugenden Kraft des Ventilators erforderlich. Ein Maass für diesen, im Filter sozusagen latent werdenden Bruchtheil der Saugkraft haben wir in dem negativen Druck hinter dem Filter. Dieser ist aber natürlich, bei der Förderung gleicher Luftmengen in der Zeiteinheit, abhängig von der Grösse der Filterfläche. Die Stäubchen fliegen also nicht etwa in Folge ihrer lebendigen Kraft in resp. durch das Filter, sondern sie werden von Hinderniss zu Hinderniss, von Faser zu Faser ruckweise hindurchgesogen. Die treibende Kraft ist dabei die Druckdifferenz zwischen der Athmosphäre vor dem Filter und dem Raum gleich hinter demselben. Selbstverständlich ist nicht ausgeschlossen, dass ein Staubtheilchen nicht auch einmal direct durch eine Lücke im Gewebe des Tuches hindurchfliegt.

Uebrigens erstreckt sich die ansaugende Kraft, welche die Mündung eines Ventilationscanales auf den Staub ausübt, durchaus nur auf eine sehr geringe Entfernung, wie man an künstlich aufgewirbelten Staubwolken unter Zuhülfenahme eines intensiven Lichtstrahles jederzeit beobachten kann. Für das Durchfliegen durch ein Filter kommt daher nur der Staub in Betracht, welcher in unmittelbarster Nähe der Filterfläche vorhanden ist.

Nach dem Gesagten wird man es gerechtfertigt finden, dass ich bei meinen Versuchen den Druck hinter dem Filter stets controlirte. Ihren Hauptwerth offenbaren diese Zahlenangaben natürlich erst bei der technisch-ökonomischen Beurtheilung der Luftfilter. Wie erwähnt, hat Herr Professor Rietschel diesen Theil der Aufgabe übernommen. Ich darf mich daher auf einige Andeutungen beschränken.

Die Schaffung einer bestimmten Luftmenge durch einen Motor ist eine Arbeit, deren Grösse sich aus verschiedenen Summanden zusammensetzt. Als zwei Hauptsummanden hat man die geförderte Luftmenge in

Verbindung mit der Wegestrecke resp. der Höhe des Hubes, sowie zweitens die Ueberwindung der Widerstände in Anrechnung zu bringen. Das Geld für die Feuerung der Maschine, für das verbrannte Gas oder für die sonst beliebte Betriebskraft wird in letzter Instanz mithin für die erwähnten beiden Summanden verausgabt. Die Grösse des ersten, der Luftwechsel, ist durch die Anforderung, welche wir an die Anlage stellen, ein für alle Mal gegeben. Seine Bezifferung unterliegt keinen Schwierigkeiten, da alle hierzu benöthigten Daten (Menge, Temperatur, Druck, Feuchtigkeitsgehalt der Luft, Weglänge und Höhe u. s. w.) genügend bekannt sind, oder doch für jeden Fall allzeit leicht festgestellt werden können. Die Grösse des zweiten Summanden ist dagegen nicht so leicht ziffernmässig anzugeben. Um so schwieriger wird dies bei Einschaltung der in Rede stehenden Filter. Dass sie einen recht bedeutenden Widerstand setzen, ist zwar durch die Praxis längst anerkannt. Genaue, zahlenmässige Angaben darüber, insbesondere eine Buchung dieser Zahlen in die Betriebskostenrechnung, in die Rubrik der unvermeidlichen, laufenden Ausgaben solcher Anlagen fehlt noch gänzlich.

Die beiden Summanden stehen in einer engen Beziehung zu einander. Eine Vergrösserung des Luftwechsels muss auch die zu überwindenden Widerstände vergrössern. Die umgekehrte Beziehung findet aber nicht statt. Vielmehr wird die Einschaltung eines grösseren Widerstandes, wie es z. B. durch die Luftfilter geschieht, nur einen vermehrten Consum von Kohlen, Gas oder elektrischer Kraft zur Folge haben. Die angebliche Keimfreiheit der Luft kostet also Geld, ob viel oder wenig, wird das Resultat der Arbeit des Fachmannes sein.

Nach dieser Abschweifung komme ich zurück auf den mir zugefallenen Theil der Aufgabe.

Aus der vorangestellten Beschreibung der Versuchsanordnung geht schon hervor, in welcher Weise ich die Keimdichtigkeit der Filter geprüft habe. Nur Weniges ist noch nachzutragen.

Bei der Bestimmung des Keimgehaltes der Luft bediente ich mich ausschliesslich der von mir angegebenen Methode, auf deren Beschreibung ich unter Hinweis auf die frühere Arbeit mich nicht einzulassen brauche. Durch 300 Hübe der oscillirenden Luftpumpe wurden in Zeit von 10 bis 15 Minuten jedesmal 100 Liter der zur Untersuchung benöthigten Luft entnommen. Auch diesmal habe ich neben der Sandfiltermethode die Luftschälchen benutzt. Ein Schälchen wurde dem Luftstrom in senkrechter Stellung dargeboten. Die Versuchsresultate ergaben eine Bestätigung der in meiner früheren Arbeit des Weiteren begründeten Angabe, dass senkrecht gestellte Gelatineflächen für solchen Zweck wenig günstig sind. Die Schälchen erzeugen im Luftstrom einen todten Winkel. Gerade vor ihnen werden daher die Stäubchen zum Theil zu Boden sinken.

Ein zweites Luftschälchen wurde deshalb hinten auf dem Boden des Kastens, und zwar etwas seitlich, ausserhalb des Bereiches der Einwirkung jenes ersterwähnten, senkrechten Schälchens aufgestellt.

Ich begnügte mich nun nicht etwa mit den in der Luft des Versuchsraumes zufällig vorhandenen Mikroorganismen, sondern es wurde die Luft vor dem Filter künstlich mit keimhaltigem Staub beladen. Zweierlei Staubsorten kamen dabei in ziemlich willkürlicher Vermischung zur Anwendung. Erstens feinster Kehricht aus dem hygienischen Institut. Derselbe enthielt allezeit zahlreiche Keime von Bacterien, insbesondere des Wurzelbacillus nebst vielen Sporen von Penicillium glaucum. Zweitens Sporenmassen von Reinculturen des Aspergillus niger. Dieses Material schien mir für die Versuche besonders geeignet zu sein. Für gewöhnlich sind die Sporen des genannten Schimmels in der Luft nicht vorhanden. Wurden sie daher in der durch das Filter gegangenen Luft in erheblicher Menge nachgewiesen, so mussten sie eben durch das Filter gerissen sein. Sodann unterliegt ihre Beschaffung in beliebigen Mengen keiner Schwierigkeit, und es ist leicht, die Rasen das Aspergillus niger von den anderen Schimmeln zu unterscheiden. Ein Umstand muss dabei jedoch berücksichtigt werden. Der Aspergillus niger wächst am besten bei Bruttemperatur. Ich hätte daher meine Sandfilter in Agargelatine aussäen, bezw. auch die Luftschälchen aus diesem Nährboden herstellen müssen. Einige Male habe ich dies auch gethan, für die Mehrzahl der Versuche habe ich aber der Bequemlichkeit halber mich der gewöhnlichen Nährgelatine bedient. Auch auf dieser, bei Zimmertemperatur, wächst der Aspergillus niger, nur etwas langsamer und nicht so üppig. Es ist aber leicht, seine Rasen zu erkennen. Das Nähere erweisen die weiter unten gegebenen Versuchsprotokolle.

Zur Verstäubung wurde, wie erwähnt, eine zweihälsige Wulff'sche Flasche und ein Handblasebalg benutzt. Diese primitive Anordnung genügte für meine Zwecke vollkommen. Ein mit dem Blasebalg durch Gummischlauch verbundenes Glasrohr steckt in der einen Tubulatur der Flasche und reicht bis nahe auf den Boden. In eine andere Oeffnung der Flasche ist ein kurzes, weites, in einem Winkel von 95° gebogenes Rohr eingesetzt. Durch den Blasebalg kann der in der Flasche befindliche Staub aufgewirbelt und in beliebig starker Wolke ausgetrieben werden. Das Aufblasen geschah stets aus der Entfernung von über einem Meter, so dass ein directes Hineinschleudern der Staubtheilchen in das Filtertuch sorgfältig vermieden wurde. Aus diesem Grunde wurde die Staubwolke auch von der Seite her unter spitzem Winkel vor die Filterfläche getrieben. Ich begnügte mich ferner damit, nur von Zeit zu Zeit während der Dauer eines Versuches die Staubwolke zu erneuern. Bei den

Versuchen mit der Entnahme von Controlproben aus der Luft vor dem Filter wurde die Staubwolke so geleitet, dass die Sandfilter und Luftschälchen der Controle in gleicher Entfernung von der Staubquelle sich befanden, wie die hinter dem Filtertuch befindlichen Apparate.

Zur Erläuterung der in Fig. 1 skizzirten Versuchsanordnung sind noch einige Angaben nöthig.

Der Ventilator *a* fördert, sobald er im Gange ist, in der Zeiteinheit stets annähernd dieselbe Luftmenge. Für die Versuche ist es aber nöthig, nach Belieben mehr oder weniger Luft das Filter passiren zu lassen. Aus diesem Grunde wurde die für die Versuchsapparate bestimmte Leitung *d* von dem Hauptluftcanal *c* abgezweigt, und in beiden Canälen eine Klappe angebracht. Durch Regulirung dieser Klappen ist der genannte Zweck ohne Schwierigkeit zu erreichen.

Der Gang meiner Versuche war im Allgemeinen wie folgt.

Zuerst liess ich den Motor in Gang bringen, um seine Kraft allezeit zur Einschaltung des Ventilators in Bereitschaft zu haben.

Hierauf wurde das Recknagel'sche Manometer horizontal aufgestellt und geaicht. Da ich annehmen kann, dass den Lesern dieser Zeitschrift das Instrument bekannt ist, erwähne ich nur kurz das Aichungsverfahren.

Vermittelst einer trockenen Pipette wird nach Entfernung des Stöpsels durch das Loch in der Deckelplatte des Instrumentes soviel Petroleum herausgehoben, dass dasselbe im schrägen Schenkel des Manometers sich möglichst tief, aber nicht unter dem Endpunkt der Scala einstellt. Der Stand wird notirt. Das herauspipettirte Petroleum lässt man durch einen trockenen Trichter in ein kleines trockenes Kölbchen laufen. Das Kölbchen mit dem Petroleum sammt dem Trichter wird nun tarirt und das Petroleum durch den Trichter wieder in das Instrument zurückgegossen. Es soll im schrägen Schenkel möglichst hoch, aber nicht über die Scala hinausstehen. Auch jetzt wird der Stand notirt. Kölbchen und Trichter kommen wieder auf die Wage, und das fehlende Petroleum wird durch Gewichte ersetzt. So erfährt man genau die Menge Petroleum in Grammen, welche dem durch das Nachfüllen entstandenen Steigen im schrägen Rohre entspricht. Der Querschnitt des Manometergefässes ist ebenfalls bekannt. Aus diesen Daten berechnet man sich die Constante, mit welcher die beim Versuche erhaltenen Zahlen multiplicirt werden müssen, um den Druck in den üblichen Millimetern Wasser von 4° C. zu erhalten. Die Berechnung geschieht nach der Formel:

$$c = 10 \frac{g}{q \cdot h}$$ [1]

[1] Die Ableitung der Formel ist folgende: *g*, das Gewicht des eingefüllten Petroleums in Grammen, ist auch gleichzeitig die Zahl für die äquivalente Menge Wasser

c = Constante.
g = Gewicht des nachgefüllten Petroleums in Grammen.
h = Höhe der Petroleumsäule im schrägen Schenkel, welche dem eingefüllten Petroleum (g) entspricht, in Millimetern.
q = Querschnitt des Manometergefässes.

Eigentlich müsste man auch die Temperatur des Petroleums berücksichtigen, und eine entsprechende Correction anbringen. Die Fehler ohne dieselbe fallen aber in die dritte Decimale und sind für unsere Versuche ohne jeden Belang.

Nach Feststellung der Constante werden (immer noch ist der Kasten ohne den Filterverschluss) nun die Klappen so eingestellt, dass der für den Versuch gewünschte Luftstrom mit der beabsichtigten Geschwindigkeit durch den Canal d angesaugt wird. Das Anemometer (Casella) bleibt ein für alle Mal bei i eingedichtet. Sowohl dieses Instrument als auch das Recknagel'sche Manometer können nur innerhalb gewisser Grenzen benutzt werden. Die Luftströmung darf daher nicht zu stark, und der negative Druck hinter dem Filter nicht zu niedrig werden. Die zu erwartende Anemometerbewegung, sowie die grösste Schwankung der Petroleumsäule werden deshalb schon vor der jedesmaligen Versuchsreihe ungefähr berechnet, und sowohl die Schrägstellung des Manometerschenkels als die Klappenstellung daraufhin regulirt. Letzteres geschieht zweckmässig in nachstehender Weise. Zunächst wird der Schieber e des Hauptcanales ganz geöffnet, die Drosselklappe f der Nebenleitung geschlossen. Nachdem das Zählwerk des Anemometers eingeschaltet ist, wird der Ventilator in Gang gebracht. Durch vorsichtiges Aufdrehen der Klappe f wird das Anemometerrad in langsame Umdrehungen versetzt. Eine ganz schmale Oeffnung ist dazu schon ausreichend. Jetzt wird vorsichtig der Schieber e so weit geschlossen, dass der Anemometerzeiger gerade die gewünschte Geschwindigkeit angiebt. Man überzeugt sich durch ein Paar Ablesungen, das letzteres der Fall ist, und schaltet den Ventilator sowie das Zählwerk des Anemometers vorläufig wieder aus.

---

von 4° C. Diese Masse nimmt im Manometer eine Grundfläche von q Centimetern ein. Ihre Höhe x ist demnach $= \frac{g}{q}$, da $g = q \cdot x$ sein muss. $\frac{g}{q}$ ist aber in Centimetern ausgedrückt, muss also noch auf Millimeter durch Multiplication mit 10 umgerechnet werden. Der so erhaltene Ausdruck $\frac{10\,g}{q}$ entspricht nun der Petroleumsäule h im schrägen Schenkel. Mithin ist jeder Millimeter dieser Scala gleich $10 \frac{g}{q \cdot h}$. Die mit dieser Constante multiplicirten Petroleumhöhen ergeben also direct den Druck in Millimetern Wasser von 4° C.

Nachdem alles soweit vorbereitet, habe ich mit einem feuchten Tuche die Innenwände des Kastens von Staub möglichst gesäubert. Alsdann wird in den kleinen Ring *b* (Fig. 3) ein sterilisirtes Sandfilterröhrchen eingebracht und festgeklemmt. Die Wattepfröpfe des Röhrchens sind vorher abgenommen und staubsicher aufbewahrt. In der hinteren Oeffnung des Röhrchens wird das durch die Tubulatur *t* in den Kasten geleitete Bleirohr mit Kautschukstopfen luftdicht eingesetzt, das andere Ende des Bleirohres ist mit dem Saugventil der Pumpe luftdicht verbunden. Nach Aufstellung des Luftschälchens bei *w*, hinten seitwärts im Kasten, wird noch in den grossen Reif *a* das senkrechte Schälchen eingeklemmt, und nun wird der Holzrahmen mit dem zu untersuchenden Filtertuche auf den Kastenrand aufgeschraubt. Die Schrauben werden mit einem kräftigen Schlüssel so fest als möglich angezogen. Hierauf wird in die Tubulatur bei *r* das in Fig. 5 abgebildete Druckröhrchen eingesetzt und dessen oberes Ende durch einen Gummischlauch mit dem Manometer verbunden. Der Schlauch bleibt ein für alle Mal am Manometer, denn eine Berührung desselben nach dem Einnivelliren und Aichen ist unzulässig. Zur steten Controle der wagerechten Aufstellung dieses Instrumentes wird die Libelle auf der oberen Platte belassen. Sobald der Raum über dem Petroleum im Manometergefäss durch den letzterwähnten Schlauch mit dem Kasteninnern bezw. der Stelle, gegenüber der Mitte des Versuchsfilters, an der der Druck gemessen werden soll, in Verbindung gebracht ist, pflegt das Petroleum im schrägen Schenkel seine Stellung etwas zu ändern. Meist kehrt es nach Verlauf weniger Minuten wieder auf seinen früheren Punkt zurück, jedenfalls stellt es sich schnell irgend wo ein. Dieser Punkt wird notirt. Er bildet den Nullpunkt, auf welchen die abzulesenden Zahlen bezogen werden müssen.

Bleibt die Stellung des Manometers unverändert, so können Aichung und Nullpunkt für mehrere Versuche derselben Reihe benutzt werden. Die geringste Verschiebung macht natürlich neue Aichung und Feststellung des Nullpunktes nothwendig.

Jetzt ist alles für den Versuch hergerichtet, und derselbe kann beginnen. Der Ventilator wird eingeschaltet und dieser Zeitpunkt notirt. Es ist die Anfangszeit für die Aussetzungsdauer der im Kasten befindlichen Luftschälchen. Sind ausserhalb desselben Controlschälchen aufgestellt, so werden diese gleichzeitig abgedeckt.

Sofort bemerkt man eine mehr oder weniger starke Einziehung des im Rahmen ausgespannten Filtertuches, und ein Sinken der Petroleumsäule im schrägen Schenkel. Nach wenigen Minuten ist der Stand des Petroleums gleichbleibend, bis auf gewisse, bleibende Schwankungen. Je nach der Art des Filtertuches finden jetzt nur ganz allmähliche Aende-

rungen statt, die man sehr wohl von den ersten, gröberen Anfangsschwankungen unterscheiden kann. Die Ablesungen können nun ihren Anfang nehmen. Ich habe bei jedem Versuch ein Paar Reihen aufeinanderfolgender Ablesungen vorgenommen, und zwar stets gleichzeitig an beiden Instrumenten. Die Einschaltung und Ausschaltung des Anemometerzählwerkes, sowie die Beobachtung der Uhr geschah von mir selbst. Während dieser Augenblicke liess ich die Schwankungen der Petroleumsäule von einem Assistenten notiren. Für jede Ablesungsreihe wählte ich die Dauer von zehn Minuten.

Auch die Anemometerablesungen beweisen, dass sehr bald constante Verhältnisse sich einstellen. Sobald dies der Fall, kann zur Entnahme der Luftproben (vor und hinter dem Filter eventuell) geschritten werden. Während ich in der beschriebenen Weise kleine Staubwolken vor dem Filter erzeuge, dreht der Assistent an der Luftpumpe. Nach 300 Hüben sind die beabsichtigten 100 Liter entnommen. Bei Entnahme einer Controlprobe vor dem Filter (vergl. das Nähere dazu in den Versuchsprotokollen) sind 600 Hübe erforderlich, die in Zeit von 20 bis 30 Minuten gemacht sind. Zum Schluss des Versuchs habe ich dann gewöhnlich noch eine Ablesung von Manometer und Anemometer ausgeführt.

Zum Schluss wird der Ventilator ausgeschaltet, die Zeit notirt, die Controlschälchen zugedeckt, und das Filter von der vorderen Kastenöffnung losgeschraubt. Die im Kasten befindlichen Luftschälchen werden ebenfalls zugedeckt, die Sandfilterröhrchen mit ihren Wattepfropfen versehen, und alles eingepackt. Die Aussaat derselben erfolgt baldmöglichst im Laboratorium.

Ich habe bei diesen Versuchen die Sandfilterröhrchen mit ihrer Einsaugeöffnung seitlich gerichtet. Aus den in meiner früheren Arbeit angegebenen Belegen geht hervor, dass dies für die vollkommene Auffangung der Luftkeime durchaus praktisch ist. In ruhiger Luft würde es vielleicht richtiger sein, die Oeffnung nach oben zu richten. Hier hielt ich es aber für zweckmässiger, dieselbe der einströmenden Luft entgegen zu stellen.

Das Filtertuch.

Ich benutzte zu meinen Versuchen dieselben Tuche, die auch Hrn. Professor Rietschel als Versuchsobjecte dienten. Kleine Verschiedenheiten in den Qualitäten der Filterstoffe sind gewiss ohne Belang. Nachdem ich erkannt, dass die am dichtesten gewebten Stoffe dieser Art nicht im Stande waren, die Pilzsporen zurückzuhalten, hielt ich es daher für gänzlich überflüssig, auch noch die weniger dicht gewebten Stoffe zu untersuchen. Diese müssen natürlich noch weit durchlässiger für den feinen Staub sein.

So beschränke ich mich auf verschiedene Proben eines baumwollenen Filtertuches, welches von Dr. Möller (Firma K. und Th. Möller in Kupferhammer bei Brackwede) zur Verfügung gestellt war.

Die genannte Firma betreibt die Anfertigung dieser Gewebe als Specialität, und können ihre Fabrikate wohl als die besten und am meisten verbreiteten angesehen werden.

Das Gewebe wird „Biber“ oder „Barchent“ genannt und ist von angeblich bester, nordamerikanischer langstapeliger Baumwolle hergestellt und auf der einen Seite leicht gerauht.

Die Untersuchung mehrerer Proben vermittelst der Lupe liess grössere Verschiedenheiten nicht zu Tage treten. Das Fabrikat ist augenscheinlich ein recht gleichmässiges. Die eine Seite des Stoffes ist etwas rauher als die andere. Nach längerem Gebrauch verschwindet das rauhe Aussehen mehr und mehr. Die rauhe Seite soll dem Luftstrom entgegengestellt werden.

Unter der Wolffhügel'schen Zählplatte wurde eine am 3. März 1888 mir freundlichst von Hrn. Dr. Möller übersandte Musterprobe gezählt. Auf 1 ^{cm} Länge kommen (Mittel von zehn Zählungen) vom Einschlagfaden: 18·5 Faden. Dasselbe ist rauh, hat eine durchschnittliche Dicke von 0·5 bis 0·6 ^{mm} (Messungen unter dem Mikroskop, von verschiedenen Proben des Mittel). Es gehen also auf den Centimeter 18 bis 20 Fäden, was mit der directen Zählung übereinstimmt. Der Einschlag ist so fest geschlagen, dass die einzelnen Fäden sich berühren. Dieselben bestehen aus einem Bündel locker zusammengedrehter langer Baumwollfaser. Vom Kettfaden gehen 19 auf einen Centimeter Strecke. Er ist dünner und glatter, 0·3 bis 0·4 ^{mm} dick. Die Kettfäden liegen daher nicht so dicht nebeneinander, als die etwas breit geschlagenen Einschlagfäden. Auch der Kettfaden besteht aus zusammengedrehten Baumwollfasern. Das Gewebe ist so hergestellt, dass stets zwei Kettfäden zusammenbleiben und der Einschlagfaden sich um dieselben herumschlingt. Eine andere, neuerdings aus derselben Quelle erhaltene Tuchprobe weist ebenfalls 19 Kettfäden auf. Der Einschlagfaden ist dagegen etwas breiter geschlagen, und es gehen auf den Centimeter nur 16 bis 17.

Ein altes Filtertuch, welches ein Jahr und fünf Monate lang auf einem Luftfilterrahmen in Verwendung gewesen war, zeigt sich in seiner Zusammensetzung mit dem beschriebenen fast vollkommen übereinstimmend. Nur ist die dem Luftstrom ausgesetzte Fläche nicht mehr rauh, sondern fast ganz glatt und mit einer kohlschwarzen Staubschicht überzogen. Die andere Seite ist grau. Das ursprüngliche Tuch hat eine gelblichweisse Farbe.

Beschreibung der Versuche.

Die in den Versuchen abgelesenen Zahlen wurden benutzt zur Berechnung folgender Werthe:

1. Aus den Anemometerablesungen berechnete ich unter Berücksichtigung der mir von Hrn. Professor Rietschel mitgetheilten Aichungsformel zunächst die Geschwindigkeit des Luftstromes im Anemometerrahmen.

2. An zweiter Stelle folgte die Geschwindigkeit der Luftbewegung im Filter. Obschon dort, an der Stelle des Ausgleichs der beiderseitigen Druckhöhen, die Bewegung wahrscheinlich keine gleichmässige sein dürfte, so habe ich doch die letzterwähnte Zahl als eine Mittelzahl berechnet. Meines Erachtens kann man sie wohl brauchen, um die Vorgänge im Filter von den einzelnen Versuchen untereinander zu vergleichen.

3. An dritter Stelle wurde die Luftmenge berechnet, die in der Stunde das Filter durchzieht, und zwar reducirt auf einen Quadratmeter Filterfläche.

Bei dieser Rechnung nahm ich keine Rücksicht auf den jeweiligen Barometerstand, auch die Temperatur und der Feuchtigkeitsgehalt der Luft wurde vernachlässigt. Für meine Zwecke glaubte ich von diesen Daten keinen Gebrauch machen zu müssen. Bei der Verrechnung der einzelnen Summanden, aus denen die obenerwähnte Arbeitsrechnung der Maschine aufzustellen wäre, kann dies natürlich nicht unterbleiben.

4. Die bei den Manometerablesungen erhaltenen Zahlen wurden durch Multiplication mit der Constanten in die Zahlen für Millimeter Wasser von 4° C. umgerechnet.

Erste Versuchsreihe.

Vom 12. März 1888.

Versuch 1. Versuchsobject: Ein neues Filtertuch von Biber. Dasselbe ist auf dem Rahmen straff, aber ohne jede weitere Zerrung ausgespannt.

Aichung des Recknagel'schen Manometers und Bestimmung des Nullpunktes:

Aus dem horizontal einnivellirten Gefäss wird Petroleum herauspipettirt. Hierauf stellt sich der Rest des Petroleums im schrägen Schenkel auf $23 \cdot 0^{mm}$ ein. Das wieder eingefüllte Petroleum wiegt $23 \cdot 29^{grm}$. Es steigt im schrägen Schenkel bis $132 \cdot 0$. Mithin entsprechen $23 \cdot 29^{grm}$ einer Säule von $132 - 23 = 109^{mm}$. Der Querschnitt des Manometergefässes ist gleich 78.539^{qcm}. Hieraus berechnet sich die Constante:

$$c = 10 \frac{g}{qh} = 10 \frac{23 \cdot 29}{78 \cdot 539 \,.\, 109} = 0 \cdot 027205.$$

Nach Verbindung des Manometers mit dem Druckröhrchen im Kasten stellt sich das Petroleum auf 135·5. Dies ist also der Nullpunkt, von welchem aus gerechnet werden muss.

Einschaltung des Ventilators in die Transmission um 11 Uhr 45 Minuten Vormittags. Ausschaltung desselben um 1 Uhr Nachmittags. Dauer des Versuchs 1 Stunde 15 Minuten.

Sofort nach Einschaltung des Ventilators sinkt das Petroleum im schrägen Schenkel, das Filtertuch wird nach Innen gebauscht. Nach Verlauf weniger Minuten bleibt das Petroleum zwischen 19·0 und 18·0 stehen. Einige Ablesungen am Anemometer ergeben auch hier gleichmässige Verhältnisse.

Erste Reihe von Ablesungen.

Von 12 Uhr ab werden die Manometerstände in Zwischenräumen von fünf zu fünf Minuten abgelesen und eine Anemometerbeobachtung für die Dauer von zehn Minuten gemacht.

Manometerablesungen:

Zeit	Abgelesene Zahlen	Vom Nullpunkt 135·5 ab	Umgerechnet auf Wasser von 4° C.
12 Uhr	18·8	116·7	3·175
12 „ 5 Min.	18·0	117·5	3·197
12 „ 10 „	17·0	118·5	3·224
12 „ 15 „	17·5	117·5	3·197
12 „ 20 „	17·0	118·5	3·224

Der negative Druck hinter dem Filter beträgt also in dieser Reihe durchschnittlich 3·2 mm Wasser von 4° C.

Anemometerbeobachtung:

Stand des Zählwerks vor der Einschaltung: 196,021. Nach genau zehn Minuten Gang wird arretirt. Das Zählwerk steht jetzt auf: 197,705; mithin die Zahl der zurückgelegten Meter (unkorrigirt)

$$\begin{array}{r} 197{,}705 \\ 196{,}021 \\ \hline 1{,}684^{\text{m}}. \end{array}$$

Die Aichungsformel des Anemometers ist, wenn:

v_1 die corrigirte Zahl für die Geschwindigkeit in Metern pro Secunde,

v die abgelesene, auf 1 Secunde zu berechnende Geschwindigkeit. Also im vorliegenden Fall bei zehn Minuten Dauer durch 600 zu dividiren,

$$v_1 = 0 \cdot 10984 + 1 \cdot 06962 \,.\, v$$
$$= 0 \cdot 10984 + 1 \cdot 06962 \,.\, \frac{1684}{600}$$
$$= 3 \cdot 11191^{\text{m}} \text{ pro Secunde.}$$

Die Luft hat sich also am Anemometerrade mit einer Geschwindigkeit von etwas über 3 m in der Secunde vorbeibewegt.

Berechnung der Geschwindigkeit im Filter: Der Querschnitt des Anemometerrahmens beträgt 0·00363169 qm. Der Querschnitt des Filters an der Kastenöffnung ist gleich 0·25 qm. Die Geschwindigkeiten verhalten sich umgekehrt wie die Querschnitte. Bezeichnen wir die Geschwindigkeit im Filter mit V, die im Anemometer mit v_1, so findet die Gleichung statt:

$$V : v_1 = 0 \cdot 00363169 : 0 \cdot 25$$
$$V = \frac{0 \cdot 00363169}{0 \cdot 25} v_1$$
$$= \frac{0 \cdot 00363169}{0 \cdot 25} \,.\, 3 \cdot 11191 = 0 \cdot 00363169 \,.\, 4 \,.\, 3 \cdot 11191$$
$$= 0{,}045206^{\text{m}} \text{ pro Secunde.}$$

Die Luft wird also durch das Filtertuch mit einer mittleren Geschwindigkeit von etwa 0,045 m pro Secunde hindurchgesogen.

Die Luftmenge, welche in der Stunde durch das Filter gegangen (M), berechnet sich wie folgt. Wenn qa den Anemometerquerschnitt, v_1 die Geschwindigkeit des Luftstromes daselbst in Metern pro Secunde bedeutet, so ist:

$$M = qa \times v_1 \times 3600$$
$$M = 0 \cdot 00363169 \,.\, 3 \cdot 11191 \,.\, 3600$$
$$= 40 \cdot 686^{\text{cbm}}.$$

In der Stunde sind demnach 40·686 cbm Luft angesaugt worden.

Die Filterfläche ist 0,25 qm gross. Mithin ist pro Stunde und Quadratmeter Filter 4 × 40·686 = 162·744 cbm Luft durch das Filter gegangen.

Zweite Reihe von Ablesungen.

Von 12 Uhr 20 Minuten bis 12 Uhr 40 Minuten werden vier Ablesungen am Manometer, eine von zehn Minuten Dauer am Anemometer vorgenommen.

Manometer:

Zeit	Abgelesen	Vom Nullpunkt 135·5 ab	Umgerechnet auf Wasser von 4° C.
12 Uhr 25 Min.	15·5	120·0	3·265
12 „ 30 „	15·5	120·0	3·265
12 „ 35 „	15·0	120·5	3·278
12 „ 40 „	14·5	121·0	3·292

Der negative Druck hinter dem Filter mithin durchschnittlich $3 \cdot 3^{mm}$ Wasser von 4° C.

Anemometer:

Stand des Zählwerks vor der Einschaltung . . .	197705·0
Arretirt nach zehn Minuten langem Gang . . .	199379·5
Differenz:	$1674 \cdot 5^{m}$

Correctur nach der Aichungsformel:

$$v_1 = 0 \cdot 10984 + 1 \cdot 06962 \,.\, v$$
$$= 0 \cdot 10984 + 1 \cdot 06962 \,.\, \frac{1674 \cdot 5}{600}$$
$$= 3 \cdot 09497^{m} \text{ pro Secunde.}$$

Die Geschwindigkeit des Luftstromes im Anemometerrahmen beträgt also nur wenig mehr als 3^{m} pro Secunde.

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0 \cdot 00363169 \,.\, 4 \,.\, v_1$$
$$= 0 \cdot 04496^{m} \text{ pro Secunde.}$$

Die Luftmenge, welche in der Stunde durch den Anemometerrahmen (also auch durch das Filter) geht:

$$M = 0 \cdot 00363169 \,.\, v_1 \,.\, 3600$$
$$= 40 \cdot 464^{cbm}.$$

Also in der Stunde und für den Quadratmeter Filtertuch das Vierfache:

$$= 161 \cdot 856^{cbm}.$$

Dritte Reihe von Ablesungen.

Während der Zeit von 12 Uhr 40 Min. bis 1 Uhr wurden vier Manometerablesungen und eine Anemometerablesung (10 Minuten) vorgenommen. In die Mitte dieses Zeitraumes entfällt auch die Entnahme einer Probe von 100 Litern Luft durch das Sandfilter, welches hinter dem Tuchfilter im Kasten sich befindet. Mit dem Schluss der letzten Ablesungen wird der ganze Versuch beendet.

Manometer:

Zeit	Abgelesen	Vom Nullpunkt 135·5 ab	Umgerechnet auf Wasser von 4° C.
12 Uhr 45 Min.	14·5	121·0	3·292
12 „ 50 „	11·5	124·0	3·373
12 „ 55 „	10·0	125·5	3·414
1 „	7·5	128·0	3·482

Der negative Druck hinter dem Filter beträgt also 3·3 bis $3 \cdot 5^{mm}$ Wasser von 4° C.

Das ziemlich schnelle Sinken des Druckes hinter dem Filter in dieser Ablesungsreihe ist vielleicht dem saugenden Einfluss der gleichzeitigen Luftentnahme durch das Sandfilter zuzuschreiben. Auch in späteren Versuchen machte sich zuweilen etwas Aehnliches bemerkbar.

Anemometer:

(Während der Entnahme der Luft durch das Sandfilter, 10 Minuten.)

Zählwerk vor der Beobachtung . . .	199379·5
„ nach „ „ . . .	201040·0
Differenz	1661·5 m.

Correctur nach der Aichungsformel:

Geschwindigkeit im Anemometerrahmen:

$$v_1 = 0{\cdot}10984 + 1{\cdot}06962 \,.\, v$$
$$= 0{\cdot}10984 + 1.06962 \, \frac{1661{\cdot}5}{600}$$
$$= 3{\cdot}0719^{\mathrm{m}} \text{ pro Secunde.}$$

Also auch bei dieser Ablesung beträgt die Geschwindigkeit im Anemometer nur wenig mehr als 3^{m} pro Secunde.

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0{\cdot}00363169 \,.\, 4 \,.\, 3{\cdot}0719$$
$$= 0{\cdot}044625^{\mathrm{m}} \text{ pro Secunde.}$$

Luftmenge, welche in der Stunde durchgesaugt wurde:

$$M = 0{\cdot}00363169 \,.\, 3{\cdot}0719 \,.\, 3600$$
$$= 40.163^{\mathrm{cbm}} \text{ pro Stunde.}$$

Durch den Quadratmeter Filtertuch gingen in diesem Versuch demnach:

$$160{\cdot}652^{\mathrm{cbm}}.$$

Eine Zusammenstellung der Resultate aus diesen drei Ablesungsreihen liefert folgende Tabelle:

nD = Negativer Druck hinter dem Filter in Millimeter Wasser von 4° C.
v_1 = Geschwindigkeit des Luftstroms im Anemometerrahmen in Metern pro Secunde.
V = Geschwindigkeit im Filtertuch.
M = Luftmenge, welche in der Stunde das Versuchsfilter passirt.
M_1 = Stündlicher Luftwechsel durch den Quadratmeter Filtertuch.

Nr.	n. D.	v_1	V	M	M_1
1	3·2	3·11191	0·045206	40·686	162·744
2	3·3	3·09497	0·04496	40·464	161·856
3	3·5	3·0719	0·044625	40·163	160·652
Abgerundete Mittelzahl	**3·3**	**3·1**	**0·045**	**40·47**	**161·75**

Bei einem Luftwechsel von 161·75 ^{cbm} Luft pro Stunde und Quadratmeter Filtertuch beträgt der negative Druck hinter dem Filter durchschnittlich 3·3 ^{mm} Wasser von 4° C. Die mittlere Geschwindigkeit des Luftstromes im Filtertuch ist dabei 0·045 ^{m} in der Secunde.

Aus den Zahlen für Druck, Geschwindigkeit und Luftmenge geht hervor, dass der negative Druck während der Dauer des Versuches — 1 Stunde 15 Minuten — von 3·2 auf 3·5 ^{mm} Wasser anstieg. Wahrscheinlich haben die Poren des Tuches sich durch das Einwärtssaugen der feinen Fäserchen der rauhen Seite mehr und mehr verstopft. Die Geschwindigkeit des Luftstromes im Filter ist demzufolge von 0·045206 auf 0·044625 ^{m} pro Secunde gesunken, und die geförderte Luftmenge nahm von 162·744 bis auf 160·652 ^{cbm} pro Stunde und Quadratmeter Filterfläche ab.

Während der letzten Ablesungsreihe war die oscillirende Pumpe zur Entnahme von 100 Liter filtrirter Luft in Thätigkeit.

Die Luftschälchen waren während des ganzen Versuches, also eine Stunde 15 Minuten, der Lufteinsaat ausgesetzt.

Während der Luftentnahme wurden in der beschriebenen Weise gegen das Versuchsfilter Staubwolken entwickelt.

Die Aussaat der Sandfilter geschah am anderen Tage. Das Nähere über die bacteriologische Untersuchung folgt am Schlusse der Versuchsreihe.

Nachdem Luftschälchen und Sandfilter von diesem Versuche eingepackt waren, wurde sofort ein zweiter Versuch angestellt. Zuvor erfolgte die Reinigung der Kastenwände durch ein feuchtes Tuch. Natürlich kann dies Verfahren nicht den Anspruch machen, als ob dadurch wirklich alle vom ersten Versuche etwa in den Kasten gekommenen Mikrobienstäubchen entfernt worden wären. Dies ist aber ebenso wenig möglich als nothwendig. Dass durch dies nasse Abwischen der Kasten so gut wie rein von Staub wird, ergaben einige daraufhin angestellte Controlversuche. Gegenüber der grossen Anzahl der bei den Untersuchungen gefundenen Mikrobien spielt diese Fehlerquelle daher gar keine Rolle.

Versuch 2.

Versuchsobject: Ein altes gebrauchtes Filtertuch. Die (oben erwähnte) Untersuchung des Gewebes hat ergeben, dass es von fast gleicher Beschaffenheit ist, wie das im ersten Versuch benutzte. Das Tuch ist, wie ich erfuhr, 1 Jahr und 5 Monate bei einer grösseren Ventilationsanlage in Gebrauch gewesen, mit einem Luftwechsel von ungefähr 5000 ^{cbm} pro Stunde. Während der Gebrauchszeit ist das Tuch dreimal durch Ausklopfen gereinigt worden. Schliesslich musste es entfernt werden, weil es dem Durchgang der Luft einen zu grossen Widerstand darbot.

Auf der ursprünglich rauhen Luftseite ist das Tuch kohlschwarz und mit Staub bedeckt. Die glattere Seite ist grauschwarz gefärbt. Der auf der schwarzen Seite befindliche Staub lässt sich durch Klopfen und Bürsten nur zum kleineren Theil entfernen. Er ist tief in das Gewebe eingedrungen. Erst durch ein längeres Waschen mit Seife und Wasser kann der Schmutz entfernt werden.

Ueber die bacteriologische Untersuchung dieses Tuches siehe weiter unten.

Nachdem in der beschriebenen Weise der Versuch hergerichtet ist, wird der Nullpunkt des Manometers festgestellt. Derselbe ist noch wie bei Versuch 1: 135·5.

Anfang der Ventilation: . . 1 Uhr 40 Min.
Schluss des Versuches . . 2 „ 50 „
Dauer des Versuches . . . 1 Std. 10 Min.

Sofort nach Beginn des Versuches zeigt sich eine bedeutend stärkere Einziehung des Filtertuches als im ersten Versuch. Das Petroleum im schrägen Schenkel zieht sich unter den Anfangspunkt der Scala zurück. Damit daher ohne neue Aichung des Manometers der Versuch zu Ende geführt werden kann, ist es nöthig, den Luftstrom zu verringern. Die Klappe *f* wird deshalb fast ganz geschlossen, und dadurch gelingt es, das Petroleum wieder in den Bereich der Scala zu bekommen.

Erste Reihe von Ablesungen.

Manometer:

Zeit	Ablesung	Vom Nullpunkt	Wasser von 4° C.
1 Uhr 50 Min.	21·5	114·0	3·101
1 „ 55 „	21·5	114·0	3·101
2 „	20·0	115·5	3·142

Abgekürzter Durchschnittswerth für diese Beobachtungsreihe 3·1 mm.

Anemometer (1 Uhr 50 Min. bis 2 Uhr):
Stand des Zählwerks vorher 201040
„ „ „ nachher 202189
Differenz 1149 m = 600 *v*.

Hieraus berechnet sich:

Geschwindigkeit im Anemometerrahmen:

$$v_1 = 0{\cdot}10984 + 1{\cdot}06962 \,.\, v$$
$$= 0{\cdot}10984 + 1{\cdot}06962 \frac{1149}{600}$$
$$= 2{\cdot}15817^{\text{m}} \text{ pro Secunde.}$$

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0{\cdot}00363169 \,.\, 4 \,.\, 2{\cdot}15817$$
$$= 0{\cdot}03135^{\mathrm{m}} \text{ pro Secunde.}$$

Luftmenge:

$$M = 0{\cdot}00363169 \,.\, 2{\cdot}15817 \,.\, 3600$$
$$= 28{\cdot}2156^{\mathrm{cbm}} \text{ pro Stunde.}$$

In einer Stunde gehen demnach durch den Quadratmeter Filtertuch 112·8624 cbm Luft.

Zweite Reihe von Ablesungen.

Manometer:

Zeit	Ablesung	Vom Nullpunkt	Wasser von 4° C.
2 Uhr 15 Min.	19·5	116·0	3·156
2 „ 20 „	19·5	116·0	3·156
2 „ 25 „	20·0	115·5	3·142
2 „ 30 „	20·5	115·0	3·129
2 „ 35 „	19·5	116·0	3·156

Anemometer (von 2 Uhr 20 Min. bis 2 Uhr 30 Min.):

Stand des Zählwerks vorher 202189

„ „ „ nachher 203330

Differenz 1141 m = 600 v.

Hieraus berechnet:

Geschwindigkeit im Anemometer:

$$v_1 = 0{\cdot}10984 + 1{\cdot}06962\, v$$
$$= 0.10984 + 1{\cdot}06962 \frac{1141}{600}$$
$$= 2.14393^{\mathrm{m}} \text{ in der Secunde.}$$

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0{\cdot}00363169 \,.\, 4 \,.\, 2{\cdot}14393$$
$$= 0{\cdot}031145^{\mathrm{m}} \text{ pro Secunde.}$$

Luftmenge pro Stunde:

$$M = 0{\cdot}00363169 \,.\, 2{\cdot}14393 \,.\, 3600$$
$$= 28{\cdot}0027^{\mathrm{cbm}}.$$

Luftmenge pro Stunde durch den Quadratmtr. Filtertuch:

$$= 112{\cdot}0108^{\mathrm{cbm}}.$$

Während dieser Ablesungsreihe erfolgte auch die Entnahme der 100 Liter Luft durch die oscillirende Pumpe. Auch hier ist eine kleine Einwirkung dieser Procedur auf den Druck hinter dem Filter wohl kaum zu verkennen.

Dritte Reihe von Ablesungen.

Manometer:

Zeit	Ablesung	Vom Nullpunkt	Wasser von 4° C.
2 Uhr 40 Min.	20·5	115·0	3·129
2 „ 45 „	20·0	115·5	3·142
2 „ 50 „	19·5	116·0	3·156

Anemometer (2 Uhr 40 Min. bis 2 Uhr 50 Min.):

Stand des Zählwerks vorher . . . 203330

„ „ „ nachher . . . 204456

Differenz 1126 m = 600 v.

Hieraus berechnet:

Geschwindigkeit im Anemometer:

$$v_1 = 0·10984 + 1·06962\,v$$
$$= 0·10984 + 1·06962 \,.\, \frac{1126}{600}$$
$$= 2·11717^{\text{m}} \text{ in der Secunde.}$$

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0·00363169 \,.\, 4 \,.\, 2·11717$$
$$= 0·030755^{\text{m}} \text{ in der Secunde.}$$

Luftmenge pro Stunde:

Durch das Anemometer:

$$M = 0·00363169 \,.\, 2·11717 \,.\, 3600$$
$$= 27·6794^{\text{cbm}}.$$

Durch den Quadratmeter Filtertuch:

$$110·7176^{\text{cbm}}.$$

Eine Zusammenstellung der Zahlen aus den drei Ablesungsreihen dieses Versuches ergiebt:

(Die Bezeichnung der einzeln. Rubriken wird a. d. Vorangehenden verständlich sein.)

Nr.	n. D.	v_1	V	M	M_1
1	3·114	2·15817	0·03135	28·2156	112·8624
2	3·147	2·14393	0·031145	28·0027	112·0108
3	3·142	2·11717	0·030755	27·6794	110·7176
Abgekürzte Mittelzahl	**3·1**	**2·1**	**0·031**	**28·0**	**112·0**

Bei einem Luftwechsel von 112 cbm pro Stunde und Quadratmeter Filtertuch beträgt der negative Druck hinter dem Filter durchschnittlich 3·1 mm Wasser von 4° C. Die Geschwindigkeit des Luftstromes im Filter ist 0·031 m in der Secunde.

Die Zahlen der verschiedenen Ablesungsreihen zeigen nur geringe Unterschiede. Während der Versuchsdauer von einer Stunde und zehn Minuten hat der negative Druck sich kaum geändert. Ein Ansteigen ist nur in sehr geringem Maasse verspürbar. Die Geschwindigkeiten im Filtertuch sowie die geförderten Luftmengen blieben ebenfalls annähernd gleich, es fand gegen den Schluss des Versuches nur eine geringe Abnahme derselben statt.

Das alte Filtertuch dieses Versuches bietet also anscheinend etwas gleichmässigere Verhältnisse dar, als das frisch in Arbeit genommene Tuch vom ersten Versuch. Das alte Tuch leistet dem Durchtritt der Luft aber einen merkbar grösseren Widerstand. Trotzdem in der Stunde nur 112 ^{cbm} Luft hindurchgehen, gegen 162 in derselben Zeit beim ungebrauchten Filter, steigt der negative Druck doch auf 3·1 gegen 3·3 im Mittel beim neuen Tuch.

Bacteriologische Untersuchungen zur ersten Versuchsreihe.

Die bei den Versuchen verwandten Sandfilter kamen am nächsten Tage zur Aussaat. Die dem Luftstrom zugekehrten vorderen Pfröpfe in je drei Schälchen, die hinteren Pfröpfe in je zwei Schälchen.

Nach sechs Tagen (die Luftschälchen schon einen Tag früher) konnte die Zählung der Colonieen erledigt werden.

Versuch 1.

1. Horizontale Luftplatte:

74 Bacterien und 371 Pilzrasen.

Unter den Bacteriencolonieen sind mehrere des Wurzelbacillus. Von den Pilzrasen sind 21 von solchen Arten, welche für gewöhnlich im Zimmerstaub vorkommen. Die Rasen, meist vom Penicillium glaucum, sind kräftig entwickelt und in charakteristischer Fruchtbildung stehend.

Die anderen 350 Rasen sind alle einer gleichen Art angehörig, noch ziemlich klein, und in spärlicher Fructification stehend. Die Köpfchen sind im Centrum der Rasen schwach hellbraun, am Saum noch vollkommen weiss. Sowohl im makroskopischen wie mikroskopischen Bilde stimmen sie vollkommen überein mit einer Controlaussaat von Aspergillus niger, die mit demselben Material auf derselben Gelatine am gleichen Tage wie die Sandfilter angefertigt wurden. Die Identität der fraglichen Rasen mit Aspergillus niger wurde noch auf andere Weise erbracht. Von drei verschiedenen Stellen des Schälchens entnahm ich mittelst des Platindrahtes kleinste Theilchen der Rasen und impfte damit Brodkölbchen, die in den Brutschrank kamen. Bis zum nächsten Tage hatten sich aus

den Impfstellen reichliche Rasen von dem charakteristischen Aussehen gebildet, und am 31. März, bis zu welchem Tage die geimpften Kölbchen im Brutschrank beobachtet wurden, war die ganze Brodfläche von dichtem, schwarzbraunem Schimmel überwuchert, dessen Aechtheit als Aspergillus niger ausser Frage stand.

Das Schälchen war dem durch das Tuchfilter gegangenen Luftstrom die Zeit von 1 Stunde und 15 Minuten ausgesetzt gewesen. Die Oberfläche der Gelatinefläche beträgt in den Schälchen 63·62 ^{qcm} (9 ^{cm} Durchmesser). Zum Vergleich der Versuche unter einander habe ich die Zahlen für die gefundenen Bacterienstäubchen und Pilzsporen auf die Einheit von 1 ^{qm} und eine Stunde Aussetzungsdauer umgerechnet. Im vorliegenden Falle ergiebt dies:

Für die Pilzsporen:

$$\frac{371 . 60 . 10{,}000}{75 . 63{\cdot}62} = 46{,}652.$$

Für die Bacterienstäubchen:

$$\frac{74 . 60 . 10{,}000}{75 . 63{\cdot}62} = 9305.$$ [1]

Von den Pilzsporen gehören 94 Procent dem Aspergillus niger an.

2. Verticales Luftschälchen: Auf diesem Schälchen sind nur sehr wenige Pilzrasen angegangen; die Mehrzahl der Colonieen sind Bacteriencolonieen. Dieselben gehören fast alle einer, die Gelatine schnell verflüssigenden Art an. Die grössere Menge der Colonieen befindet sich auf dem Theile der Schälchenfläche, welcher während des Versuches nach unten gerichtet war, während der zu oberst gewesene Rand der Schälchenfläche gar keine Colonieen vorzeigt. Die wenigen Pilzrasen gehören Penicillium glaucum an, nur ein Rasen ist möglicher Weise Asp. niger. Derselbe schwimmt aber schon inmitten des Verflüssigungskreises mehrerer zusammengeschlossener Bacteriencolonieen, so dass auf weitere Beobachtung ebenso wie auf die Zählung der Bacteriencolonieen verzichtet wird. Aus dieser Beobachtung geht hervor, dass die verticale Stellung des Luftschälchens für das Auffangen der durch das Tuchfilter gerissenen Keime nicht besonders günstig gewesen ist.

3. Aussaat der Sandfilter. Die einzelnen Portionen sind mit *a*, *b*, *c* bezeichnet. I ist der vordere, II der hintere (Control-) Sandpfropf. B = Bacterien, P = Pilzkeime.

---

[1] In meiner früheren Arbeit habe ich die gefundenen Keime für eine Fläche von 100 ^{qcm} und eine Expositionsdauer von 10 Minuten berechnet. Hier scheint mir aber die im Text erwähnte Methode richtiger, da auch die anderen Beziehungen des Filtertuches auf 1 ^{qm} und eine Stunde umgerechnet sind.

I*a* =	112 B +	900 P	
I*b* =	78 „ +	400 „	
I*c* =	100 „ +	50 „	
Summe:	290 B +	1350 P.	

Die Aussaaten von II blieben steril. Die zahlreichen Pilzrasen in I*a* und *b* sind noch sehr klein am Tage der Zählung. Ihre Zahl ist vermittelst der Wolffhügel'schen Platte festgestellt, mithin nur eine, aber für unseren Zweck vollkommen ausreichende approximative. Der grösste Theil dieser Rasen befindet sich am Tage der Zählung noch nicht in Fruchtbildung. Einige jedoch, und zwar augenscheinlich solche, die ganz dicht unter der Oberfläche oder gar auf derselben zum Auskeimen gelangten, bieten schon wohlentwickelte Fruchtstände dar. Dieselben sind in Form und Beschaffenheit in Nichts zu unterscheiden von den auf der erwähnten Controlaussaat aus den Sporen des Aspergillus niger erhaltenen kleinen Rasen. Aber auch hier, wie bei der erstbeschriebenen Luftplatte, wurde durch Probeimpfungen von drei verschiedenen kleinen Rasen aus jedem Schälchen, also aus I*a*, I*b* und I*c*, die Identität mit Aspergillus niger durch das charakteristische Wachsthum im Brutschrank unzweifelhaft nachgewiesen. Ich wählte zu diesen Impfungen absichtlich solche Rasen aus, die, etwas tiefer in der Gelatine steckend, noch gar keine Fruchtstände darboten. Auch aus diesen Mycelien entwickelte sich ausnahmslos der charakteristische, schwarzbraune Rasen. In dem Schälchen I*a* haben sich ausschliesslich solche, auf Aspergillus niger zu beziehende Pilzcolonieen entwickelt. Unter den 900 Rasen ist keiner von einer anderen Art. Die übrigen beiden Schälchen weisen einzelne Schimmel von Penicillium glaucum und einigen anderen, gemeinen Sorten auf.

Unter den Bacteriencolonieen ist auch wieder der Wurzelbacillus in einigen Exemplaren vertreten.

Die kleinen Pilzrasen wurden so lange als möglich beobachtet. Sie entwickelten sich sämmtlich zu wohlcharakterisirten Colonieen von Aspergillus niger, der schliesslich in gleichmässiger Schicht die Schälchenflächen überzog. Von den 1350 Pilzrasen erwiesen sich ca. 1300 als Aspergillus niger = 96 Procent.

Auf 1 ^{cbm} Luft berechnet sich der gefundene Gehalt an Mikrobien demnach:

2900 B + 13,500 P.

Versuch 2.

Zu diesem Versuche ist noch zu bemerken, dass die Verstäubung der Aspergillussporen nicht mehr stattfinden konnte, weil das vorhandene

Material bei Versuch 1 schon aufgebraucht war. Es kam also nur Kehricht aus dem Laboratorium zur Verwendung.

1. Horizontale Luftplatte: Für die Zählung durch verflüssigende, schnell wachsende Colonieen nicht zu verwerthen. Es sind sehr zahlreiche, gleichartige, schnell die Gelatine verflüssigende Colonieen angegangen. Darunter sind ziemlich viele als Colonieen des Wurzelbacillus zu erkennen. Die Pilzrasen sind sehr kümmerlich, und durch die erwähnten Bacterien geradezu erdrückt.

2. Verticale Luftplatte:

3 B + 24 P.

Die Pilzrasen sind ausschliesslich von Penicillium glaucum.

3. Sandfilteraussaaten (Aussaaten von II sind steril geblieben):

I*a*	=	0 B	+	18 P
I*b*	=	50 „	+	10 „
I*c*	=	1 „	+	4 „
Summe:		51 B	+	32 P.

Das Schälchen I*a* ist von einem schnell wachsenden Mucor derart überwuchert, dass die Entwickelung aller anderen Keime sehr behindert erscheint und die Zählung daher gewiss zu wenig Keime ergiebt. Die in I*b* beobachteten 50 Bacteriencolonieen gehören derselben, auch im horizontalen Luftschälchen dieses Versuchs angetroffenen, schnell verflüssigenden Bacterienart an. Auf 1 ^{cbm} Luft ergiebt der Versuch demnach:

510 B + 320 P.

Also bedeutend weniger Keime sind durch das alte Tuch geflogen, wie durch das neue.

Resultat der ersten Versuchsreihe.

Versuch 1. Durch ein ungebrauchtes Filtertuch von Biber wurde in ziemlich gleichmässigem Strome Luft durchgesaugt. Die mittlere Geschwindigkeit der Luftbewegung im Filter betrug 0·045 ^{m} in der Secunde, einem Luftwechsel von ungefähr 162 ^{cbm} pro Stunde und Quadratmeter Filtertuch entsprechend. Der negative Druck hinter dem Filter betrug dabei durchschnittlich 3·3 ^{mm} Wasser von 4° C.

Bei diesen Verhältnissen erwies sich das ausgespannte Filtertuch durchlässig für Bacterienstäubchen und Pilzsporen.

In 1 ^{cbm} der filtrirten Luft wurden nachgewiesen:

2900 Bacterienstäubchen und
13500 Pilzsporen.

Von den Pilzsporen waren 96 Procent der Species Aspergillus niger angehörig, deren Sporen vor dem Filter zur Verstäubung kamen. Unter den Bacterien, welche das Filter durchgelassen, befanden sich viele Exemplare des Wurzelbacillus, der im verstäubten Kehricht ebenfalls in grösserer Menge vorhanden gewesen. Die durch das Filter gegangene Luft setzte in einer Stunde auf einen Quadratmeter horizontaler Fläche ab:

9305 Bacterienstäubchen und

46652 Pilzsporen,

von letzteren wieder 94 Procent dem Aspergillus niger angehörig, unter den Bacterien zahlreiche Exemplare des Wurzelbacillus.

Versuch 2. Durch ein Filtertuch von gleicher Beschaffenheit, wie das in Versuch 1 geprüfte, welches aber ein Jahr fünf Monate lang bei einer Luftfilteranlage in Gebrauch gewesen war, wurde in gleicher Weise Luft durchgesaugt. Die mittlere Geschwindigkeit des Luftstromes im Filtertuch betrug 0·031^{m} in der Secunde, entsprechend einem Luftdurchgang von ca. 112^{cbm} pro Stunde und Quadratmeter Tuch. Der negative Druck hinter dem Filter hielt sich dabei auf durchschnittlich 3·1^{mm} Wasser von 4° C.

Bei diesen Verhältnissen erwies sich das Filter als theilweise durchlässig für Bacterienstäubchen und Pilzsporen. In 1^{cbm} der filtrirten Luft wurden gefunden:

510 Bacterienstäubchen und:

320 Pilzsporen.

Zweite Versuchsreihe.

Vom 21. März 1888.

Bei der ersten Versuchsreihe war die Ausführung eines gleichzeitigen Controlversuches unterlassen worden. Die Verstäubung der Mikrobienkeime vor dem Filter, sowie der einwandsfreie Nachweis der verstäubten Mikroorganismen hinter dem Filter lässt zwar keinen Zweifel darüber aufkommen, dass die genannten Gebilde auch wirklich durch die Filter gerissen waren. Es war mir aber erwünscht, auch etwas darüber zu erfahren, wie viele der aufgewirbelten, keimführenden Stäubchen etwa durchgeflogen sein möchten. Zu diesem Zwecke, sowie überhaupt zur Wiederholung des Experimentes, beschloss ich daher noch einige weitere Versuche anzustellen. Ausserdem hatte ich für die erste Reihe keine ganz ausreichende Menge von Pilzsporen gehabt, so dass der Versuch mit dem alten, gebrauchten Filter auch nach dieser Richtung hin einer nachträglichen Ergänzung bedurfte. Schliesslich wollte ich aber auch bei noch anderen Geschwindigkeiten und Druckverhältnissen die Versuche wiederholen.

Für die Einschaltung gleichzeitiger Controlentnahmen vor dem Filter änderte ich die beschriebene Versuchsanordnung etwas ab. Um für die doppelte Entnahme nicht zweier oscillirender Luftpumpen zu bedürfen, verband ich die beiden Sandfilterröhren (eine vor, die zweite hinter dem Filter) mit derselben Pumpe. Durch ein weites T-Stück von Glas wurde das Ansaugerohr gabelig getheilt. Die beiden Bleileitungen waren von gleicher Länge und Beschaffenheit. Ebenso wurden die beiden Sandfilterröhrchen so gleichmässig als nur möglich angefertigt. Zu diesem Zwecke kamen für die Röhren unmittelbar nacheinander abgeschnittene Stücke eines gleichkalibrigen Glasrohrs zur Verwendung. Für jedes Doppelfilter wurden 20 ^{grm} desselben Sandes abgewogen und die Füllungen nebst den zur Stütze dienenden kleinen Drahtnetzen in genau derselben Weise bewerkstelligt. Die Widerstände waren auf diese Weise thunlichst gleichmässig auf beide Schenkel der Gabelung vertheilt, und so glaube ich, dass von den jedesmal entnommenen 200 Litern Luft ohne nennenswerthen Fehler auf jedes Röhrchen die Hälfte gerechnet werden kann.

Das zur Controlentnahme dienende Sandfilter wurde in gleicher Höhe mit dem im Kasten befindlichen vor dem Filtertuch in ein Stativ eingeklemmt. Die Oeffnung beider Röhrchen war von dem Verstäubungsapparat gleichweit entfernt, die Stellung der Röhrchen zum Staubkegel ebenfalls möglichst gleich. Auch ausserhalb des Filtertuches war eine verticale Luftplatte aufgestellt.

Die für alle weiteren Versuche benöthigten Mengen von Aspergillussporen habe ich in flachen Schalen auf Brodbrei gezüchtet. Die Schalen blieben 4 bis 5 Tage im Brutschrank. Nach dieser Zeit konnte mit dem Platinspatel eine äusserst reichliche Ernte eingeheimst werden. Die abgekratzten Massen bestanden ausschliesslich aus Sporen des Aspergillus niger und stellten einen leicht beweglichen, schwarzbraunen Staub dar.

Versuch 3.[1]

Versuchsobject: Dasselbe Filter, welches für Versuch 1 gedient hatte.

Aichung des Manometers (für Versuch 3 und 4):

Der schräge Schenkel des Instruments wurde etwas steiler als in den Versuchen 1 und 2 gestellt, weil ich diesmal mit grösseren Geschwindigkeiten arbeiten wollte.

Stand des Petroleums nach der Entnahme: 0, nach dem Wiedereinfüllen: 158·5. Gewicht des Petroleums (13° C.) 54·63 ^{grm}. Mithin die Berechnung der Constante:

$$c = 10 \frac{g}{q \cdot h} = 10 \frac{54 \cdot 63}{78 \cdot 539 \,.\, 158 \cdot 5} = 0 \cdot 043885.$$

Nullpunkt 158·5.

[1] Die Versuche aller Reihen sind mit fortlaufenden Nummern versehen.

Dauer des Versuches:

Beginn der Ventilation . . 2 Uhr 42 Minuten
Ende derselben . . . . . . 3 „ 55 „

Dauer: 1 Std. 13 Minuten.

Erste Reihe von Ablesungen.

Manometer (alle zwei Minuten):

Zeit	Ablesung	Vom Nullpunkt	Millimeter Wasser von 4° C.
2 Uhr 50 Min.	45·5	113·0	4·959
2 „ 52 „	44·0	114·5	5·025
2 „ 54 „	44·0	114·5	5·025
2 „ 56 „	44·5	114·0	5·003
2 „ 58 „	43·5	115·0	5·047
3 „ — „	43·0	115·5	5·068
3 „ 2 „	42·5	116·0	5·091

Der negative Druck hinter dem Filter in diesem Versuch hält sich also fast gleichmässig in der Höhe von 5·0 mm Wasser.

Anemometer:

Dauer: 10 Minuten, von 2 Uhr 52 Min. bis 3 Uhr 2 Min.

Differenz der beiden Notirungen vom Stande des Zählwerks vor und nachher:

$$D = 2521 = 600\,v.$$

Hieraus berechnet sich:

Geschwindigkeit im Anemometer:[1]

$$v_1 = 0{\cdot}10984 + 1{\cdot}06962\,\frac{2521}{600}$$
$$= 4{\cdot}60404^{\mathrm{m}} \text{ in der Secunde.}$$

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0{\cdot}00363169\,.\,4\,.\,4{\cdot}60404$$
$$= 0{\cdot}066883^{\mathrm{m}} \text{ in der Secunde.}$$

Luftmenge in der Stunde:

Durch das Anemometer, bez. das Versuchsfilter:

$$M = 0{\cdot}00363169\,.\,4{\cdot}60404\,.\,3600$$
$$= 60{\cdot}195^{\mathrm{cbm}}.$$

Luftmenge pro Stunde und Quadratmeter Tuch:

$$M_1 = 240{\cdot}780^{\mathrm{cbm}}.$$

[1] In den weiteren Versuchen ist die Rechnung etwas weniger ausführlich als in den ersten beiden angegeben.

Zweite Reihe von Ablesungen.

(Von 3 Uhr 8 Min. bis 3 Uhr 18 Min.)

Manometer (alle 2 Min.):

Zeit	Ablesung	Vom Nullpunkt	Millimeter Wasser von 4° C.
3 Uhr 8 Min.	38·5	120·0	5·265
3 „ 12 „	28·5	130·0	5·705
3 „ 14 „	26·5	132·0	5·793
3 „ 16 „	22·5	136·0	5·968
3 „ 18 „	21·5	137·0	6·012

Mittlerer Druck: 5·7 mm.

Anemometer:

$D = 2505 = 600\,v.$

Hieraus berechnet sich:

Geschwindigkeit im Anemometer:

$$v_1 = 0{\cdot}10984 + 1{\cdot}06962\ \frac{2505}{600}$$
$$= 4{\cdot}57554^{\text{m}} \text{ in der Secunde.}$$

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0{\cdot}00363169\ .\ 4\ .\ 4{\cdot}57554$$
$$= 0{\cdot}06647^{\text{m}} \text{ in der Secunde.}$$

Geförderte Luftmenge pro Stunde:

Durch Anemometer, bez. Versuchsfilter:

$$M = 0{\cdot}00363169\ .\ 4{\cdot}57554$$
$$= 59{\cdot}82^{\text{cbm}}.$$

In der Stunde durch den Quadratmeter Filtertuch:

239·280 cbm.

Dritte Reihe von Ablesungen.

(Von 3 Uhr 24 Min. bis 3 Uhr 34 Min.)

Während dieser Reihe findet auch die Entnahme der Luftproben vor und hinter dem Filter statt. Dieselbe ist um 3 Uhr 32 Min. beendet, dauert also 8 Minuten.

Manometer:

Zeit	Ablesung	Vom Nullpunkt	Millimeter Wasser von 4° C.
3 Uhr 24 Min.	17·5		
3 „ 26 „	17·5	141·0	6·188
3 „ 28 „	17·5		
3 „ 30 „	16·0		
3 „ 32 „	16·0	142·5	6·256
3 „ 34 „	16·5	142·0	6·232

Mittlerer negativer Druck: 6·225 mm.

Anemometer.

$D = 2472 = 600\,v.$

Hieraus berechnet sich:

Geschwindigkeit im Anemometer:

$$v_1 = 0 \cdot 10984 + 1 \cdot 06962 \frac{2472}{600}$$
$$= 4 \cdot 51684^{m} \text{ in der Secunde.}$$

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0 \cdot 00363169 \,.\, 4 \,.\, 4 \cdot 51684$$
$$= 0 \cdot 06562^{m} \text{ in der Secunde.}$$

Geförderte Luftmenge pro Stunde:

Durch Anemometer, bez. Versuchsfilter:

$$M = 0.00363169 \,.\, 4 \cdot 51684 \,.\, 3600$$
$$= 59 \cdot 053^{cbm}.$$

Stündlich durch den Quadratmeter Filtertuch:

$236 \cdot 212^{cbm}$.

Vierte Reihe von Ablesungen.

(Von 3 Uhr 38 Min. bis 3 Uhr 48 Min.)

Manometer:

Zeit	Ablesung	Vom Nullpunkt	Millimeter Wasser von 4° C.
3 Uhr 38 Min.	16·0	142·5	6·256
3 „ 40 „	16·0		
3 „ 42 „	15·5	143·0	
3 „ 44 „	16·0	142·5	6·256
3 „ 46 „	16·0		
3 „ 48 „	15·5	143·0	

Mittlerer negativer Druck: $6 \cdot 3^{m}$.

Anemometer:

$D = 2470 = 600\,v.$

Hieraus berechnet sich:

Geschwindigkeit im Anemometer:

$$v_1 = 0 \cdot 10984 + 1 \cdot 06962 \frac{2470}{600}$$
$$= 4 \cdot 51314^{m} \text{ in der Secunde.}$$

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0 \cdot 00363169 \,.\, 4 \,.\, 4 \cdot 51314$$
$$= 0 \cdot 06556^{m} \text{ in der Secunde.}$$

Geförderte Luftmenge pro Stunde (Anemometer und Versuchsfilter):

$$M = 0 \cdot 00363169 \,.\, 4 \cdot 51314 \,.\, 3600$$
$$= 59 \cdot 005^{\text{cbm}}.$$

Stündlich durch den Quadratmeter Filtertuch:

$$236 \cdot 020^{\text{cbm}}.$$

Zusammenstellung der Mittelzahlen aus den vier Ablesungsreihen von Versuch 3:

Nr.	n. D.	v_1	V	M	M_1
1	5·0	4·60404	0·066883	60·195	240·780
2	5·7	4·57554	0·06647	59·820	239·280
3	6·2	4·51684	0·06562	59·053	236·212
4	6·3	4·51314	0·06556	59·005	236·020
Abgekürzte Mittelzahl	5·8	4·6	0·066	59·5	238·0

Der Versuch bestätigt demnach auch in Bezug auf die physikalischen Beobachtungen die bei Versuch 1 gewonnenen Resultate. Auch hier stieg unter sonst gleich bleibenden Bedingungen der negative Druck hinter dem Filter langsam an, von 5·0 auf 6·3 mm. Die Geschwindigkeit des Luftstromes nahm dementsprechend von 0·067 auf 0·065 ab, ebenso verminderte sich die durchgesaugte Luftmenge von 240·8 auf 236·0 cbm.

Der Versuch dauerte eine Stunde und 13 Minuten. Solange waren die Luftschälchen der Einsaat demnach ausgesetzt. Die Entnahme der Proben fand vor und hinter dem Filter statt während der dritten Ablesungsreihe.

Die Resultate der bacteriologischen Untersuchung siehe auch hier am Schlusse der Versuchsreihe im Zusammenhang.

Versuch 4.

Versuchsobject: Dasselbe alte Filtertuch, welches für Versuch 2 gedient hat.

Dauer des Versuches:

Beginn der Ventilation . .	4 Uhr	17	Minuten
Ende derselben	5 „	8	„
Dauer:		51	Minuten.

Manometeraichung und Nullpunkt wie beim vorigen Versuch.

Erste Reihe von Ablesungen.

Von 4 Uhr 23 Min. bis 4 Uhr 33 Min.

Manometer:

Zeit	Ablesung	Vom Nullpunkt	Millimeter Wasser von 4° C.
4 Uhr 23 Min.	+ 0·5	158·0	6·9340
4 „ 25 „	± 0·0	158·5	6·9560
4 „ 27 „	— 3·5	162·0	7·1095
4 „ 29 „	— 3·5	162·0	
4 „ 31 „	— 2·5	161·0	7·0660
4 „ 33 „	— 3·0	161·5	7·0875

Das Petroleum sank sehr bald unter den Nullpunkt der Scala. Die bisher verzeichneten Werthe sind, weil alle oberhalb dieser Marke abgelesen, nicht weiter als positive gekennzeichnet. In diesem Versuche durfte dagegen das Vorzeichen nicht vernachlässigt bleiben. Der mittlere negative Druck war 7·03^{mm}.

Anemometer:

$$D = 2554 = 600\,v.$$

Hieraus berechnet sich:

Geschwindigkeit im Anemometer:

$$v_1 = 0{\cdot}10984 + 1{\cdot}06962\,\frac{2554}{600}$$
$$= 4{\cdot}66284^{m} \text{ in der Secunde.}$$

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0{\cdot}00363169\,.\,4\,.\,4{\cdot}66284$$
$$= 0{\cdot}067737^{m} \text{ in der Secunde.}$$

Geförderte Luftmenge (Anemometer, resp. Versuchsfilter pro Stunde:

$$M = 0{\cdot}00363169\,.\,4{\cdot}66284\,.\,3600$$
$$= 60{\cdot}9625^{cbm} \text{ pro Stunde.}$$

Stündliche Menge pro Quadratmeter Filtertuch:

243·85^{cbm}.

Zweite Reihe von Ablesungen.

Von 4 Uhr 36 Min. bis 4 Uhr 46 Min.

Während derselben findet auch die Luftentnahme für die bacteriologische Untersuchung statt (s. S. 269 oben).

Der negative Druck nimmt weiter zu, am Schlusse der Ablesungsreihe kann das Petroleum noch gerade abgelesen werden. Mittlerer Druck 7·49^{mm}.

Manometer:

Zeit	Ablesung	Vom Nullpunkt	Millimeter Wasser von 4° C.
4 Uhr 36 Min.	— 3·5	162·0	7·1095
4 „ 38 „	— 3·5		
4 „ 40 „	— 11·5	170·0	7·4605
4 „ 42 „	— 13·5	172·0	7·5483
4 „ 44 „	— 20·0	178·5	7·8336
4 „ 46 „	— 20·0		

Anemometer:

$$D = 2590 = 600\,v.$$

Hieraus berechnet:

Geschwindigkeit im Anemometer:

$$v_1 = 0\cdot 10984 + 1\cdot 06962 \frac{2590}{600}$$
$$= 4\cdot 72704^{m} \text{ in der Secunde.}$$

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0\cdot 00363169 \,.\, 4 \,.\, 4\cdot 727$$
$$= 0\cdot 06867^{m} \text{ in der Secunde.}$$

Geförderte Luftmenge pro Stunde (Anemometer bezw. Versuchsfilter):

$$M = 0\cdot 00363169 \,.\, 4\cdot 727 \,.\, 3600$$
$$= 61{,}801^{cbm}.$$

Stündlich geht durch den Quadratmeter Filtertuch:

$$247{,}204^{cbm}.$$

Dritte Reihe von Ablesungen.

Von 4 Uhr 52 Minuten bis 5 Uhr 7 Minuten. Alsdann Schluss des ganzen Versuches.

Manometer:

Das Petroleum blieb während des Versuches bei ungefähr —20 stehen, es zog sich manchmal etwas weiter zurück, so dass ein Ablesen nicht mehr möglich war. Der Druck ist durchschnittlich gleich $7\cdot 8^{mm}$ zu veranschlagen.

Anemometer:

$$D = 3\cdot 732 = 900\,v.$$

Hieraus berechnet:

Geschwindigkeit im Anemometer:

$$v_1 = 0\cdot 10984 + 1\cdot 06962 \frac{3732}{900}$$
$$= 4\cdot 54524^{m} \text{ in der Secunde.}$$

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0{\cdot}00363169 \,.\, 4 \,.\, 4{\cdot}54524$$
$$= 0{\cdot}06603^{\mathrm{m}} \text{ in der Secunde.}$$

Geförderte Luftmenge pro Stunde (Anemometer bezw. Versuchsfilter):

$$M = 0{\cdot}00363169 \,.\, 4{\cdot}54524 \,.\, 3600$$
$$= 59{,}424^{\mathrm{cbm}}.$$

Stündlich geht durch den Quadratmeter Filtertuch:

237,696 cbm.

Zusammenstellung der Mittelwerthe aus den drei Beobachtungsreihen von Versuch 4:

No.	n. D.	v_1	V	M	M_1
1	7·03	4·66284	0·067737	60·9625	243·850
2	7·49	4·72709	0·06867	61·8010	247·204
3	7·83	4·54524	0·06603	59·4240	237·696
Abgekürzte Mittelzahl	7·5	4·65	0·068	60·7	242·8

Versuch 5.

Versuchsobject: Ein neues Bibertuch von derselben Beschaffenheit wie die bisher untersuchten, nur in doppelter Lage auf den Versuchsrahmen gespannt.

Aichung des Manometers: Im vorigen Versuch schon hatte das Instrument den negativen Druck nicht mehr genügend angezeigt. Der schräge Schenkel wurde daher noch etwas steiler gestellt und eine neue Aichung vorgenommen.

Stand des Petroleums nach der Entnahme: 69·5. Nach dem Wiederauffüllen: 175·5. Mithin $h = 106{\cdot}0$. Gewicht des Petroleums $= 45{\cdot}36^{\mathrm{grm}}$; Nullpunkt 181·0.

Berechnung der Constanten:

$$c = 10 \frac{g}{q \,.\, h} = 10 \frac{45{\cdot}36}{78{,}539 \,.\, 106} = 0{\cdot}054485.$$

Dauer des Versuchs:

Beginn der Ventilation . .	5 Uhr	55 Minuten
Ende derselben	6 „	15 „
Dauer:		20 Minuten.

Einzige Ablesungsreihe.

Während derselben fand auch die Luftentnahme statt. Von 6 Uhr bis 6 Uhr 10 Minuten.

Zeit	Ablesung	Vom Nullpunkt	Millimeter Wasser von 4° C.
6 Uhr 0 Min.	108·5	72·5	3·950
6 „ 2 „	107·0	74·0	4·032
6 „ 4 „	107·5	73·5	4·005
6 „ 6 „	100·5	80·5	4·386
6 „ 8 „	97·5	83·5	4·549
6 „ 10 „	98·0	83·0	4·522

Mittelzahl: 4·4 mm.

Anemometer:

$D = 2857 \cdot 5 = 600\ v.$

Hieraus berechnet:

Geschwindigkeit im Anemometer:

$$v_1 = 0 \cdot 10984 + 1 \cdot 06962 \frac{2857 \cdot 5}{600}$$
$$= 5 \cdot 20384^{m} \text{ in der Secunde.}$$

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$V = 0 \cdot 00363169\ .\ 4\ .\ 5{,}20384$$
$$= 0 \cdot 075595^{m} \text{ in der Secunde.}$$

Geförderte Luftmenge pro Stunde:

$$M = 0 \cdot 00363169\ .\ 5 \cdot 20384\ .\ 3600$$
$$= 68{,}035^{cbm}.$$

Stündlich durch den Quadratmeter Filtertuch:

$$M_1 = 272 \cdot 1^{cbm}.$$

Die Zahlen zusammengestellt:

n. D. = 4·4 $\quad V = 0 \cdot 076$

$v_1 = 5 \cdot 2 \quad M = 68 \cdot 0$

$M_1 = 272 \cdot 1.$

Bacteriologische Untersuchungen zur zweiten Versuchsreihe.

Die Entnahme der Proben, die Aussaat und Beobachtung des eingesammelten Materials geschah in der schon erwähnten Weise.

Versuch 3 (neues Filtertuch).

Die Entnahmen fanden doppelt statt, eine Entnahme — Sandfilter, horizontales und verticales Schälchen — hinter und ein verticales vor dem Versuchsfilter.[1]

[1] Das Aufstellen eines horizontalen Controlschälchens vor dem Filter unterblieb, weil die gröberen Theilchen der aufgewirbelten Staubwolke sonst direct in unverhältnissmässig grosser Menge auf dieses sich hätten niedersetzen müssen, was für die Vergleichung keinen Sinn haben konnte.

Luftplatten dieses Versuches (dieselben waren 1 Stunde 13 Minuten der Lufteinsaat ausgesetzt):

1. Verticales Controlschälchen: Auch hier entwickelte sich die Mehrzahl der Keime auf der nach abwärts gerichteten Hälfte. Sieben Tage nach dem Versuch sind sehr zahlreiche Schimmelpilze angegangen. Sie gehören der Mehrzahl nach einer graugrünen Penicilliumart an. Ausserdem sind viele kleine noch unentwickelte Aspergillusrasen zu erkennen, auch Mukorrasen und Bacteriencolonieen. Die Zählung ergiebt:

50 B + 198 P.

Unter den Bacteriencolonieen befinden sich einige des Wurzelbacillus. Ueberwucherung durch Mukor zerstörte das Schälchen bald, so dass eine längere Beobachtung nicht stattfinden konnte.

2. Verticales Schälchen hinter dem Luftfilter: Die meisten Colonieen auf der nach unten gerichteten Hälfte.

2 B + 14 P.

Darunter sechs Rasen der auf der Controlplatte gefundenen graugrünen Penicilliumart, sowie drei Rasen von Aspergillus niger. Von diesen, die in ihrer Fruchtbildung noch zurück sind, werden drei Kartoffelschälchen abgeimpft und in den Brutschrank gebracht. Am nächsten Tage sind daraus typische Rasen von Aspergillus niger gewachsen.

3. Horizontales Schälchen (ebendaselbst):

12 B + 45 P.

= 1550 B + 5814 P pro Quadratmeter Absatzfläche und Stunde.

Unter den Bacterien eine Colonie vom Wurzelbacillus, unter den Pilzen etwa die Hälfte der schon öfter erwähnten graugrünen Penicilliumart angehörig, sowie mehrere Aspergillusrasen. Auch dies Schälchen wurde durch einen Mukor schnell zerstört.

Sandfilteraussaaten:

4. Controle. Sandfilter, vor dem Versuchsfilter zur Entnahme von 100 Liter Luft benutzt. Die Aussaat fand statt am 4./IV., schon fünf Tage später sind überall Colonieen aufgegangen. Definitive Zählung nach neun Tagen.

I*a* =	24 B + 550 P
I*b* =	10 „ + 240 „
I*c* =	9 „ + 160 „
Summe:	43 B + 950 P.

Die Bacteriencolonieen treten sehr zurück gegen die zahlreichen Schimmelpilzrasen, und es ist wohl möglich, dass die Zahl der Bacterien etwas zu niedrig gefunden ist. Unter den Schimmelrasen sind sehr zahl-

reich die gewöhnlichen Arten, ferner die schon mehrerwähnte Penicillium-species sowie sehr zahlreiche kleine Rasen des Aspergillus niger, welche zumeist auch schon fructificirt haben. Zur Sicherstellung wurden wieder einige Uebertragungen auf Brodkölbchen gemacht, welche ausnahmslos ein positives Resultat lieferten.

Auch in den Aussaaten des II. Pfropfes sind diesmal einige Colonieen angegangen. Der Sand im Röhrchen ist wahrscheinlich durch Anstossen etwas gelockert worden, so dass Keime bis in den Controlpfropf hineingerissen wurden, um so leichter, als die Entnahme sehr schnell vor sich ging.

II*a* =	2 B +	54 P
II*b* =	0 „ +	13 „
Summe:	2 B +	67 P zu I addirt:
	43 „ +	950 „
Summe:	45 B +	1017 P.

Mithin enthielt der Cubikmeter Luft vor dem Filter:

450 B + 10,170 P.

5. Sandfilter hinter dem Tuche:

I*a* =	5 B +	164 P
I*b* =	5 „ +	207 „
I*c* =	2 „ +	43 „
Summe:	12 B +	414 P.

Die Aussaaten von II sind steril geblieben. Unter den 414 Pilzrasen sind recht zahlreiche des Aspergillus niger (einige durch Abimpfung noch besonders sicher gestellt).

Die durch das Filtertuch gegangene Luft enthielt also im Cubikmeter:

120 B + 4140 P.

Von den vor dem Tuche verstäubten Bacterienkeimen sind demnach ca. 26 Procent, von den Pilzsporen 41 Procent hindurchgerissen worden.

Versuch 4 (altes Filtertuch).

Luftplattenversuche:

1. Verticales Controlschälchen (Hauptmenge der Colonieen in den abhängigen Theilen):

15 B + 203 P.

Beschaffenheit der Colonieen wie auf der entsprechenden Platte des vorigen Versuchs.

2. Verticales Schälchen hinter dem Filtertuch:

(Auch hier wieder die Colonieen auf der nach abwärts gerichteten Schälchenhälfte am zahlreichsten.)

5 B + 75 P.

Unter den Pilzrasen mehrere des Aspergillus niger, viele der beschriebenen graugrünen Penicilliumart.

3. Horizontales Schälchen hinter dem Filtertuch:

17 B + 180 P

= 2196 B + 23,260 P auf 1 qm in der Stunde.

Beschaffenheit wie beim vorigen Versuch. Auch hier wird durch schnellwuchernde Mukorrasen eine längere Beobachtung vereitelt.

Sandfilteraussaaten:

4. Controlröhrchen (vor dem Tuche entnommen):

I*a*	=	45 B	+	720 P
I*b*	=	12 „	+	480 „
I*c*	=	21 „	+	400 „
Summe:		78 B	+	1600 P.

Auch in II einige Keime angegangen:

II*a*	=	3 B	+	25 P	
II*b*	=	0 „	+	5 „	
Summe:		3 B	+	30 P	zu I addirt:
		78 „	+	1600 „	
Gesammt:		81 B	+	1630 P.	

Auch hier die Geschwindigkeit der Entnahme eine beträchtliche.

In allen drei Schalen sind starke Mukorwucherungen, welche eine exacte Zählung der Bacteriencolonieen sehr erschweren. In allen drei Schälchen von I sind in ziemlicher Anzahl die kleinen, schlecht fructificirenden Rasen des Aspergillus niger zu finden. Bei der ersten vorläufigen Durchmusterung der Aussaaten, die am fünften Tage stattfand, wurde in das Protokoll notirt: „Aspergillus niger mit Sicherheit nirgends zu erkennen.“ Die Gegenwart so vieler anderer, sich schneller bei gewöhnlicher Temperatur ausbreitender Rasen ist also sichtlich ein grosses Hinderniss für die Entwickelung der in grosser Menge zur Verstäubung gekommenen Aspergillussporen gewesen. Auch hier wurden die sich später entwickelnden Aspergillusrasen durch die Aussaat auf Brod wieder sicher identificirt.

Der Cubikmeter unfiltrirter Luft hat also ergeben:

810 B + 16,300 P.

5. Sandfilter hinter dem Filtertuche:

Ia	=	20 B + 158 P
Ib	=	1 „ + 65 „
Ic	=	1 „ + 22 „
Summe:		22 B + 245 P.

Aussaat von II blieb steril.

In allen Schälchen von I sind Rasen des Aspergillus niger, durch Controlimpfungen auf Brod nachgewiesen.

Es enthält die durch das Filtertuch gegangene Luft mithin im Cubikmeter:

220 B + 2450 P.

Von den vor dem Tuche verstäubten Bacterienkeimen sind demnach ca. 27 Procent, von den Pilzsporen 15 Procent durchgerissen worden.

Versuch 5 (neues Tuch, doppelt gelegt).

Bei diesem Versuch unterblieb die Entnahme von Controlproben.

1. Horizontales Schälchen:

45 B + 150 P

= 5814 B + 19,380 P stündlich auf 1 ^{qm}.

Unter den Pilzen mehrere Aspergillus niger.

2. Verticales Schälchen (die meisten Rasen auf der unteren Hälfte):

8 B + 24 P.

Unter den Pilzrasen fünf vom Aspergillus niger (durch Controlimpfung identificirt).

3. Sandfilteraussaat:

Ia	=	12 B + 320 P
Ib	=	25 „ + 195 „
Ic	=	2 „ + 68 „
Summe:		39 B + 583 P.

Darunter sehr zahlreiche Rasen vom Aspergillus niger (Controlimpfung gemacht).

Aussaat von II steril.

Die durch das Filter gegangene Luft enthielt demnach im Cubikmeter:

390 B + 5830 P.

Ergebniss der zweiten Versuchsreihe.

Es wurden drei Versuche angestellt, Versuch 3 mit einfacher Lage des neuen Filtertuches, Versuch 4 mit dem schon längere Zeit benutzt gewesenen, und Versuch 5 mit einer doppelten Lage des neuen, ungebrauchten Stoffes.

In allen drei Versuchen erwies sich das Filter als durchlässig für Bacterienstäubchen und Pilzsporen. Die genauen Zahlenangaben finden sich am Schlusse der Arbeit tabellarisch zusammengestellt.

Der Vergleich mit den Controlentnahmen bei Versuch 3 und 4 ergab, dass ein gewisser Theil der Mikrobien allerdings durch die Filtertuche zurückgehalten wird. Es fliegen aber von den Bacterienstäubchen sowohl als besonders von den Pilzsporen 26 bezw. 41 Procent hindurch.

Auch durch das schon längere Zeit in Gebrauch gewesene Filter, sowie durch die doppelte Schicht des ungebrauchten Bibers sind die Sporen des Aspergillus niger hindurchgeflogen.

Bei dieser Versuchsreihe wurde absichtlich die Geschwindigkeit des Luftstromes etwas grösser gewählt, wie bei den ersten beiden Versuchen. Sie betrug in den Versuchen 3 bis 5, durchschnittlich 4·6—4·65—5·2 ^{m} pro Secunde im Anemometerrahmen, entsprechend der Geschwindigkeit im Filtertuch von: 0·066—0·068—0·076 ^{m} in der Secunde. Die stündlich durch den Quadratmeter Filtertuch gegangenen Luftmengen waren: 238—242·8—272.1 ^{cbm}. Der negative Druck hinter dem Filter war bei diesen Versuchen schon ein recht beträchtlicher: 5·8—7·5—4·4 ^{mm} Wasser.

Dritte Versuchsreihe.

Vom 14. Juli 1888.

Durch die ersten beiden Versuchsreihen war die Durchlässigkeit des Filtertuches für die Luftkeime erwiesen worden. Der einzige Einwand, welcher noch gemacht werden konnte, war etwa der, dass ich mit Geschwindigkeiten experimentirt habe, welche in der Praxis nicht die Regel sind. Es wird von den Filterfabrikanten angegeben, dass ihre Filtertuche nur für eine Maximalleistung von 100 ^{cbm} für Stunde und Quadratmeter Filtertuch berechnet sind. Doch ist diese Einschränkung praktisch ohne Werth. Zunächst würde durch strictes Festhalten an einer solchen kleinen Maximalleistung für nur mässige Luftansprüche eine unverhältnissmässig grosse Tuchfläche erforderlich werden, und dann ist es auch ganz unmöglich, derartigen Vorschriften nachzukommen. Trotzdem lag es im Bereich meiner Aufgabe, auch diesem Einwand gerecht zu werden. Zu diesem Zwecke unternahm ich noch weitere zwei Versuche, unter ausschliesslicher Berücksichtigung des neuen Filtertuches. Auch bei diesen Versuchen wurden Controlentnahmen aus der Luft vor dem Versuchsfilter gemacht, sowie auch wieder Sporen des Aspergillus niger verstäubt.

Versuch 6.

Versuchsobject: Das neue Filtertuch.

Aichung des Manometers:

Gewicht des Petroleums . . . . 62·98 grm
Höhe der entsprechend. Säule im schrägen Schenkel 152 mm
Nullpunkt . . . . 184·0.

Berechnung der Constanten:

$$c = 10 \frac{g}{q.h} = 10 \frac{62 \cdot 98}{78 \cdot 539 . 152} = 0 \cdot 052757.$$

Dauer des Versuches:

Beginn der Ventilation . . 2 Uhr 20 Minuten
Ende derselben . . . . . . 3 „ 10 „
Dauer: 50 Minuten.

Manometer:

Dasselbe wurde von 2 Uhr 22 Minuten bis 3 Uhr von zwei zu zwei Minuten abgelesen. Die Petroleumsäule zeigte nur geringe Schwankungen, von denen ich nur die grösseren hier anführe.

Zeit	Ablesung	Vom Nullpunkt	Millimeter Wasser von 4° C.
2 Uhr 22 Min.	151	33	1·74
2 „ 38 „	149	36	1·91
2 „ 40 „	147	37	1·96

Der negative Druck hinter dem Filter nahm also auch hier wieder ganz allmählich um ein Geringes zu. Er erreichte dabei nicht ganz die Höhe von 2 mm Wasser.

Anemometer:

Die bisher benutzte Versuchsanordnung war inzwischen etwas geändert worden. Das Stück d_1 (Fig. 1) der Ventilationsröhre war entfernt und durch zwei gleichweite, parallele Blechrohre ersetzt worden. Ein jedes derselben endete im Glasstück k in ein eingekittetes Anemometer, sodass also nunmehr stets zwei Anemometer gleichzeitig beobachtet werden mussten. Die Einrichtung bezweckte, eventuell auch grössere Luftmengen ohne Beschädigung der Instrumente durchlassen zu können. Für meine Versuche war sie ohne Belang, da ich ja nur noch mit kleineren Ventilationsgrössen zu arbeiten hatte. Ich konnte die Einrichtung aber ebenso gut wie die frühere benutzen und behielt sie deswegen bei.

Erste Reihe:

Anemometer 1. Beobachtungszeit: von 2 Uhr 33 Minuten
bis 2 „ 43 „
Dauer: 10 Minuten.

$$D_1 = 385 = 600\,v,$$

hieraus berechnet:

$$v_1 = 0{\cdot}0875 + 1{\cdot}097\, v$$
$$= 0{\cdot}0875 + 1{\cdot}097 \frac{385}{600}$$
$$v^2 = 0{\cdot}7914^{\mathrm{m}} \text{ in der Secunde.}$$

Anemometer 2: von 2 Uhr 33 Minuten 4 Secunden
bis 2 „ 43 „ 4 „

Dauer: 10 Minuten.

$$D_2 = 395 = 600\, v,$$

hieraus berechnet:

$$v_1 = 0{\cdot}1083 + 1{\cdot}0705\, v$$
$$= 0{\cdot}1083 + 1{\cdot}0705 \frac{395}{600}$$
$$v^2 = 0{\cdot}81304^{\mathrm{m}} \text{ in der Secunde.}$$

Luftmenge, welche in der Stunde durch beide Anemometer geht:

$$v^1 . q . 3600 + v^2 . q . 3600$$
$$= (v^1 + v^2)\, q . 3600$$
$$= 20{\cdot}976^{\mathrm{cbm}}.$$

Mithin durch den Quadratmeter Filtertuch:

83,904 cbm.

Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$\frac{83{,}904}{3600} = 0{\cdot}023^{\mathrm{m}} \text{ pro Secunde.}$$

Zweite Reihe (10 Minuten):

Anemometer 1. $D_1 = 380$

$$v_1 = 0{\cdot}0875 + 1{\cdot}097\, v$$
$$= 0{\cdot}0875 + 1{\cdot}097 \frac{380}{600}$$
$$= 0{\cdot}78227^{\mathrm{m}} \text{ pro Secunde.}$$

Anemometer 2. $D_2 = 388$

$$v_2 = 0{\cdot}1083 + 1{\cdot}0705\, v$$
$$= 0{\cdot}1083 + 1{\cdot}0705 \frac{388}{600}$$
$$= 0{\cdot}80055^{\mathrm{m}} \text{ pro Secunde.}$$

Hieraus berechnet die Luftmenge pro Stunde:

$$(v^1 + v^2)\, q . 3600 = 1{\cdot}58282 . q . 3600$$
$$= 20{,}694^{\mathrm{cbm}}.$$

Stündlich pro Quadratmeter Filtertuch:

82,776 cbm.

Mithin die Geschwindigkeit im Filtertuch:

$$\frac{82{,}776}{3600} = 0{\cdot}023^{\mathrm{m}} \text{ pro Secunde.}$$

Versuch 7.

Dauer der Ventilation: Von 3 Uhr 38 Minuten bis 4 Uhr 8 Minuten = 30 Minuten.

Manometer:

(Alle zwei Minuten abgelesen, die grösseren Schwankungen.)

Zeit	Ablesung	Vom Nullpunkt	Millimeter Wasser
3 Uhr 40 Min.	136	48	2·26
3 „ 42 „	135	49	2·60
3 „ 44 „	134	50	2·65
3 „ 46 „	133	51	2·70
3 „ 48 „	132	52	2·76
3 „ 50 „	130	54	2·86
3 „ 52 „	129	55	2·92

Von 3 Uhr 44 Minuten bis 3 Uhr 52 Minuten (8 Minuten) erfolgte die Entnahme der Luftproben. Bis zum Ende des Versuches blieb der negative Druck zwischen 2·86 und 2·92 mm Wasser, erreichte also nicht ganz 3 mm.

Anemometerablesungen:

Erste Reihe:

Anemometer 1.

$D_1 = 520$ (Berechnung wie im vorigen Versuch.)

$v_1 = 1.0385$ m.

Anemometer 2. $D_2 = 527$

$v_2 = 1 \cdot 048556$ m.

Hieraus die gesammte Luftmenge (pro Quadratmeter Tuch):

$$(v^1 + v^2)\,q\ .\ 3600\ .\ 4 = 110 \cdot 72 \text{ cbm}.$$

Geschwindigkeit im Filtertuch:

= 0·0308 m pro Secunde.

Zweite Reihe:

Anemometer 1.

$D_1 = 510$

$v_1 = 1 \cdot 02$ m.

Anemometer 2.

$D_2 = 517$

$v_2 = 1 \cdot 01405$ m.

Luftmenge pro Quadratmeter Filtertuch:

$$(v_1 + v_2)\,q\ .\ 3600\ .\ 4 = 106 \cdot 37 \text{ cbm}.$$

Geschwindigkeit im Filtertuch: = 0·0295 m pro Secunde.

Die Hauptzahlen der letzten beiden Versuche sind wieder in nachstehender Uebersicht zusammengestellt:

Versuch 6.

Nr.	n. D.	V	M_1
1	1·74	0·023	83·904
2	1·96	0·023	82·776
Mittel	**1·9**	**0·023**	**83·34**

Versuch 7.

Nr.	n. D.	V	M_1
1	2·26	0·0308	110·72
2	2·92	0·0295	106·37
Mittel	2·8	**0·030**	**108·04**

Bacteriologische Untersuchungen zur dritten Versuchsreihe.

Zu dieser Versuchsreihe hatte ich mich reichlich mit frischen Aspergillussporen versehen, so dass deren Verstäubung in beträchtlicher Menge erfolgen konnte. Von Kehricht kam nur ein geringer, noch vorhandener Rest zur Verwendung.

Versuch 6.

Luftschälchen: Am 14./VII. 1888 fand der Versuch statt. Die Luftschälchen zeigten sämmtlich schon am 18./VII. sehr zahlreiche, kleine Pilzrasen, vorläufig noch ohne Fruchtstände. Von jeder der Schalen wurde eine der unentwickelten kleinen Mycelinseln auf ein Brodkölbchen übertragen. Aus allen entwickelten sich die schwarzbraunen Rasen des Aspergillus niger.

Am 20./VII. 1888 (sechs Tage nach der Einsaat) haben die kleinen Mycelien auf den Gelatineschälchen überall fructificirt und bieten die charakteristischen Aspergillusköpfe dar. Ausser Aspergillus niger sind nur wenige Rasen der gewöhnlicheren Arten angegangen. Die definitive Zählung ergiebt:

1. Horizontales Controlschälchen: Die kleinen Pilzrasen stehen so dicht nebeneinander, dass eine Zählung unmöglich ist. Nach ungefährer Schätzung mögen 1000 Sporen ausgekeimt sein. An Bacteriencolonieen werden etwa 400 gezählt, darunter mehrfach Rosa-Hefe und ein gelber Bacillus. Die Pilzrasen sind fast alle Aspergillus niger.

ca. 400 B + 1000 P.

2. Horizontales Schälchen hinter dem Filter:

30 B + 838 P

= 3876 B + 10,825 P stündlich auf den Quadratmeter.

Von den Bacterien sind mehrere Rosa-Hefe und der erwähnte gelbe Bacillus. Die Pilzrasen sind bis auf 12, also über 98 Procent Aspergillus niger.

3. Verticales Schälchen: Nur wenige Keime sind hängen geblieben, davon die meisten im unteren Abschnitt.

24 B + 20 P.

Unter den Pilzrasen sind sechs vom Aspergillus niger.

Die Sandfilter dieses Versuches kamen erst nach einigen Tagen zur Aussaat. Sowohl in den Aussaaten der Controlfilter, als in den anderen gingen äusserst zahlreiche Colonieen von Mikrobien an, und zwar aus den Controlfiltern so viele, dass eine Zählung unmöglich war. Die meisten Pilzrasen bestanden aus Aspergillus niger.

Die hinter dem Filter entnommene Luftprobe enthielt (die in den einzelnen Schälchenaussaaten angegangenen Keime zusammengezählt):

ca. 30 B + 1350 P.

Eine genaue Zählung unmöglich. Die Pilzrasen bestanden fast ausschliesslich aus solchen des Aspergillus niger.

Versuch 7.

Von den Luftschälchen gilt das zu vorigem Versuch Gesagte. Die Zählung ergab:

1. Controlschälchen (horizontal): So zahlreiche Colonieen, und zwar fast nur Pilzrasen, dass eine Zählung nicht möglich; der grösste Theil der Pilzrasen ist vom Aspergillus niger. Bacteriencolonieen haben sich nur wenige entwickelt.

2. Horizontales Schälchen hinter dem Filter:

ca. 25 B + 800 P

= 37,083 B + 103,355 P stündlich auf 1 ^{qm}.

Die Pilzrasen fast ausschliesslich Aspergillus niger.

3. Verticales Schälchen:

20 B + 40 P.

Die Meisten wieder im unteren Abschnitt, unter den Pilzrasen sind 33 Aspergillus niger.

Sandfilteraussaaten: Die Controle wurde mit den Sandfiltern des vorigen Versuches gleichzeitig ausgesät. Die Aussaat ergab dasselbe Resultat. Eine exacte Zählung der Colonieen nicht möglich, annähernd dieselbe Menge wie in Versuch 6.

Das hinter dem Filter mit Luftstaub beladene Sandfilterröhrchen wurde in Folge eines Zufalles nicht gleich mit ausgesät. Es blieb liegen bis zum 16. Februar 1889, also einige Tage länger als sieben Monate. Die Aussaat ergab (von allen Schälchen zusammen):

4 B + 1843 P.

Unter den Pilzrasen sind nur 17 andere als Aspergillus niger. Auf letztere Species entfallen demnach über 99 Procent der Rasen.

Die dritte Versuchsreihe hat somit den Beweis erbracht, dass auch bei dem geringen Luftwechsel von 83 bezw. 108 ^{cbm} pro Quadratmeter Filtertuch in der Stunde das Tuch für Bacterienstäubchen und Pilzsporen durchlässig ist.

Die Hauptresultate aller sieben Versuche habe ich in nachstehender Tabelle übersichtlich zusammengestellt:

1.	2.	3.	4.	5.	6.		7.	
Versuch	Art des Filtertuches	Negativer Druck hinter dem Filter in Millimeter Wasser von 4° C.	Luftmenge, welche stündlich durch den Quadratmeter Filtertuch geht	Geschwindigkeit des Luftstromes im Filtertuch in Metern pro Secunde	Der Cubikmeter filtrirter Luft enthielt:		Die filtrirte Luft setzt ab auf 1 ^{qm} ebener Fläche in der Stunde	
					Bacterienstäubchen	Pilzsporen	Bacterienstäubchen	Pilzsporen
1	neues, einfache Lage	3·3	161·75	0·045	2900	13,500	9,305	46,652
2	altes Tuch	3·1	112·00	0·031	510	320	sehr zahlreich	
3	wie bei 1	5·8	238·00	0·066	120	4,140	1,550	5,814
4	wie bei 2	7·5	242·80	0·068	228	2,450	2,196	23,260
5	neuesTuch in doppelter Lage.	4·4	272·10	0·076	390	5,830	5,814	19,380
6	wie bei 1	1·9	83·34	0·023	300	13,500	3,876	10,825
7	wie bei 1	2·8	108·04	0·030	40	18,430	37,083	103,355

Um nun an der Hand dieser Versuchsresultate die Luftfiltertuche zu beurtheilen, ist es zweckmässig, vorher noch eine Erwägung einzuschalten.

Nach den Untersuchungen von Hesse, sowie den Ergebnissen meiner früheren Arbeit über die Keime in der Luft steht es fest, dass diese Gebilde in Röhren von verschiedenstem Querschnitt sich unter bestimmten Verhältnissen zu Boden setzen. Noch keineswegs sind alle einschlägigen Punkte genügend erforscht. Wir wissen aber wenigstens, dass in horizontalen Röhren von etwa 5 ^{cm} Durchmesser aus einer Luft, die mit der Geschwindigkeit von höchstens 0·06 ^{m} in der Secunde strömt, sich schon auf einem Wege von längstens einem Meter alle, selbst die leichten Pilzsporen zu Boden senken. Die Luft in grossen Canälen, wie sie bei der Canalisation Berlins zur Verwendung kommen, fand ich keimfrei. In 0·5 ^{cm} weiten Bleiröhren setzen sich die Luftkeime nach meinen Versuchen selbst bei beträchtlicher Geschwindigkeit des Luftstromes (bis zu 5 ^{m} in der Secunde geprüft) bald an den Wänden ab. Es lässt sich demnach erwarten, dass auch bei Ventilationsanlagen in den Luftschächten die Keime sich zum grössten Theil, bei ausreichender Länge des Weges viel-

leicht ganz absetzen werden. Die Zahlen obenstehender Schlusstabelle in den Rubriken 5 und 7 liefern einen weiteren Beweis dafür. Die in Rubrik 5 verzeichneten Geschwindigkeiten sind äusserst gering, erreichen nur in den Versuchen 3 bis 5 die von Hesse angegebene Grenze von 0·06, ohne dieselbe erheblich zu überschreiten. Die Luftschälchen, deren Keimgehalt in Rubrik 7 registrirt ist, waren in der Entfernung von 0·5 ^{m} von der Oeffnung des Ventilationscanales in demselben aufgestellt, und schon in dieser kurzen Wegstrecke setzten sich nach Ausweis der Zählungen beträchtliche Mengen selbst der leichten Pilzsporen ab. Zur Ergänzung der Versuche dieser Arbeit müssen daher Ventilationsanlagen an verschiedenen Stellen ihrer Canäle, besonders an den Ausmündungen derselben, in die Räume, denen die Luft zugeführt werden soll, auf den Keimgehalt der Luft geprüft werden. Ferner darf man nicht unberücksichtigt lassen, dass den Räumen aus zahlreichen anderen Quellen die Aussenluft stets in unfiltrirtem Zustande zufliesst. Die Leistung der Filter kann sich daher immer nur auf einen Bruchtheil der zugeführten Luft erstrecken. Gröberer Staub, und darunter die Hauptmenge der in der Luft schwebenden Kohletheilchen, wird durch die Filter ohne Zweifel recht vollkommen zurückgehalten. Man vergleiche darüber auch die nachstehenden Bemerkungen über die Untersuchung des alten Filtertuches. Die feineren Stäubchen, insbesondere Pilzsporen, fliegen aber zu beträchtlichem Theil durch, und zwar gilt dies nicht nur von neuem, sondern auch von altem Filtertuch, das bis zur Grenze seiner Brauchbarkeit ausgenutzt war.

Bacteriologische Untersuchung des alten Filtertuches.

Das in den vorstehenden Versuchen auf seine Durchlässigkeit geprüfte alte Filtertuch war 17 Monate lang in Gebrauch gewesen. Es schien mir daher nicht uninteressant, einmal näher zu untersuchen, wie viele und was für Keime an dem Gewebe sich nachweisen liessen.

Das Tuch hat sich in einer Villa Berlins befunden, die in stiller Strasse in einer Umgebung von Gärten und Villen belegen ist. Angeblich sind stündlich etwa 5000 ^{cbm} Luft mit Hülfe eines Ventilators gefiltert worden. Das Filter bestand aus 27 Taschen zu 1·08 ^{qm} Oberfläche. Durch den Quadratmeter sind demnach stündlich etwa 171 ^{cbm} Luft gegangen.[1] Während der Gebrauchszeit wurde das Filter angeblich drei Mal durch Ausklopfen gereinigt, zum letzten Mal vier Monate vor der Ausserbetriebsetzung. Durch die verschiedenen Transporte und Handhabungen vor

[1] Ich konnte diese Angaben der inzwischen erschienenen Arbeit des Hrn. Prof. Rietschel entnehmen: „Untersuchungen von Filterstoffen für Lüftungsanlagen.“ *Gesundheitsingenieur*. 1889. Nr. 4.

Inangriffnahme dieser Versuche wird natürlich ein grosser Theil des auf dem Tuche abgelagerten Staubes verloren gegangen sein. Das mir vorliegende Tuch ist auf der einen Seite mit einer schwarzbraunen Staubschicht bedeckt. Durch energisches Klopfen und Bürsten kann nur ein kleiner Theil des noch am Tuche vorhandenen Staubes entfernt werden. Die Hauptmasse desselben steckt fest im Gewebe, und zwar, wie die Untersuchung mit schwacher Vergrösserung ergiebt, zwischen den Baumwollfasern, aus denen die Fäden des Bibers bestehen. Die dem Luftstrom ausgesetzt gewesenen Theile desselben sind gleichmässig von Staubpartikelchen durchsetzt, während die dem Luftstrom abgewendeten Theile der Gewebsfäden so gut wie gar keinen Staub eingelagert haben, und daher die Rückseite des Stoffes hellgrau aussieht. Erst durch gründliches Waschen mit heisser Seiflauge gelingt es, den Staub aus den Poren des Tuches zu entfernen.

Für die bacteriologische Untersuchung des Tuches wählte ich ein 15 ^{cm} im Quadrat messendes Stück aus einer noch unberührt gebliebenen Tasche des Filters aus. Das Stück wird mittelst steriler Scheere in kleine, quadratische Stückchen von etwa 1 ^{qcm} Grösse zerschnitten. Je zehn solcher Filterstückchen werden in steriler Schale mit 5 ^{ccm} keimfreier Bouillon möglichst gründlich ausgewaschen. Ich bediente mich dabei der sehr bequemen, von Cornet angegebenen Platinrolle, für deren freundliche Ueberlassung (noch vor Veröffentlichung der betreffenden Arbeit[1]) ich dem Hrn. Collegen meinen besten Dank weiss. Durch Ausrollen mit diesem (zuvor sterilisirten) Instrument konnten die Tuchstückchen fast gänzlich vom anhaftenden Staube befreit werden. Es resultirte eine wie Tinte aussehende Flüssigkeit. In einem Tröpfchen der gut durchgeschüttelten Aufschwemmung sieht man mit der Oelimmersion als zunächst in die Augen fallend eine zahllose Menge grösserer und kleinerer, unregelmässig gestalteter, schwarzer, undurchsichtiger Körperchen. Dieselben widerstehen der auflösenden Kraft chemischer Agentien und erweisen sich als Kohlepartikelchen. Neben diesen an Zahl weitaus überwiegenden Kohlestückchen sind noch ziemlich viele, mehr oder weniger durchsichtige, ebenfalls ganz unregelmässig gestaltete Körperchen vorhanden. An einigen derselben kann man eine pflanzliche Structur erkennen, die meisten sind unbestimmbar. Vereinzelt befinden sich auch Sandkörnchen in der aufgeschüttelten schwarzen Flüssigkeit.

Zunächst suchte ich nun zu bestimmen, wie viele entwickelungsfähige Keime der gewöhnlichen, in Nährgelatine bei Zimmertemperatur wachsen-

[1] Dr. Georg Cornet, Die Verbreitung der Tuberkelbacillen ausserhalb des Körpers. *Diese Zeitschrift.* 1888. Bd. V. S. 200.

den Arten in dieser Waschflüssigkeit sich befanden. Sechs Gelatineplatten wurden zu diesem Zwecke angefertigt, jede Platte aus einer mit steriler Pipette abgemessenen Menge der wohl durchgeschüttelten Flüssigkeit. Die nach Verlauf von vier Tagen vorgenommene Zählung der angegangenen Keime ergab:

1. 0·5 ccm: 50 B + 62 P.
2. 0·5 ccm: 65 B + 55 P.

Mittel dieser beiden Versuche:

57 B + 58 P.

Unter den B sind zwei Colonieen vom Wurzelbacillus.

Die Waschflüssigkeit war (in der beschriebenen Weise) aus 1 qcm Filtertuch und 5 ccm Bouillon hergestellt. Die Anzahl der Keime für diesen Quadratcentimeter berechnet sich mithin auf:

570 B + 580 P.

Das ausgewaschene Stückchen Tuch wurde ebenfalls in Nährgelatine ausgesät; es blieb (zufällig) in den ersten vier Tagen vollkommen steril, erst nach acht Tagen wuchsen einige Colonieen nach, die ich für die Zählung hier nicht weiter beobachtet habe. Auch bei den übrigen der nachfolgenden Versuche sind die aus den ausgewaschenen Stückchen gewachsenen Colonieen, weil stets sehr gering an Zahl, vernachlässigt worden.

3. Frische Aufschwemmung, von einem anderen Quadratcentimeter. 0·1 ccm:

15 B + 31 P.

4. Von derselben Flüssigkeit. 0·1 ccm:

32 B + 28 P.

Mittel aus 3 und 4: 23 B + 29 P.

Also auf den Quadratcentimeter Tuch:

1150 B + 1450 P.

5. Andere Probe. 0·1 ccm:

65 B + 121 P (eine Colonie des Wurzelbacillus).

6. wie 5. 0·5 ccm:

61 B + 95 P (eine Colonie des Wurzelbacillus).

Mittel von 5 und 6: 63 P + 108 P.

Mithin auf den Quadratcentimeter:

315 B + 540 P.

Die Mittelzahl aller sechs Versuche ergiebt demnach für den Quadratcentimeter Filtertuch:

678 B + 857 P.

Auf den Quadratmeter des alten Tuches kommen nach diesen Zahlen mithin rund:

6,780,000 B + 8,570,000 P.

Diese immerhin nicht ganz unbeträchtlichen Zahlen beweisen, dass das Filter doch eine ganz bedeutende Menge von Mikrobienkeimen zurückzuhalten im Stande gewesen ist. Uebrigens fanden sich Rasen des Aspergillus niger in den Aussaaten nirgends vor.

Die Bacterien und Pilze in diesen Aussaaten waren von den überall vorkommenden gewöhnlichen Arten.

Neben dieser Reihe von Plattenaussaaten stellte ich nun noch einige Thierversuche an, und zwar mit Meerschweinchen. Von der schwarzen Waschflüssigkeit (10^{qcm} Tuch — 5^{ccm} Bouillon) wurde jedem von fünf kräftigen Thieren 5^{ccm} in die Bauchhöhle gespritzt, die Einstichöffnung zugeschnürt und mit Collodium verklebt.

Drei dieser Thiere blieben vollkommen gesund und wurden nach Ablauf zweier Monate zu anderen Versuchen verwandt, bei denen sie eingingen. Im Omentum fand ich noch deutliche Reste der eingeführten Kohlestäubchen vor.

Auch ein viertes Thier, welches bis zum Ablauf des ersten Monats ganz gesund geblieben war und dann getödtet wurde, zeigte im Omentum die Reste des eingeführten Staubes, war im Uebrigen normal.

Nur ein Thier starb in Folge der Injection, und zwar sieben Tage später.

Die Obduction ergab einen dem malignen Oedem ähnlichen Befund. Die weitere Verfolgung dieses Falles lasse ich hier, weil dieselbe für den Zweck dieser Arbeit gänzlich ohne Belang ist.

Die Thierversuche weiter auszudehnen, lag nach diesem negativen Resultat wohl zunächst kein Grund vor. Immerhin waren 50^{qcm} des alten Tuches auf pathogene Bacterienarten untersucht. In einer Portion von 10^{qcm} waren die Keime einer dem malignen Oedem ähnlichen Krankheit nachgewiesen worden. Die übrigen 40^{qcm} enthielten keinen für Meerschweinchen pathogenen Staub, also ganz sicher auch keine Tuberkelbacillen.

Zusammenfassende Schlussbemerkungen.

Zunächst kann ich an dieser Stelle noch die Ergebnisse kurz anführen, welche Herr Professor Rietschel in seiner schon citirten Arbeit bei der Prüfung der Filtertuche erzielt hat. Er fand, dass der negative Druck hinter dem Filter, der Druckverlust, proportional ist der gefilterten Luft-

menge. Aus den betreffenden Zahlen seiner Versuche hat er Curven construirt, welche ein fast geradliniges Ansteigen der Druckzunahme bei Steigerung der ventilirten Luftmenge darthun. Bezeichnet man den Druckverlust mit h, die auf 0° und 760^{mm} Barometerstand umgerechnete, stündlich durch den Quadratmeter gefilterte Luftmenge mit l_0, so ergiebt sich, dass $\frac{h}{l_0}$ für jede Versuchsreihe als Constante angenommen werden kann. Diese mit B bezeichnete Constante hat Herr Professor Rietschel für jede Versuchsreihe berechnet und gefunden, dass der Werth derselben abhängig ist sowohl von der Art des Filtertuches als auch von der Benutzungsdauer desselben. B wächst mit zunehmender Verstäubung des Tuches und es ist sehr schwer für die Praxis, eine zulässige Grenze für B anzugeben. Herr Professor Rietschel empfiehlt B nicht unter 0·04 annehmen zu sollen. Die von Hrn. Professor Rietschel beobachteten Druckverluste stimmen mit meinen Zahlen auf das Beste überein. Herr Professor Rietschel zieht den Schluss, dass die Einschaltung von Tuchfiltern bei Anlagen, welche nur mit Temperaturdifferenzen ventiliren, technisch unzulässig ist, weil die Ueberwindung des Druckverlustes entweder den Ventilationseffect aufhebt, oder praktisch unausführbare Filterflächen verlangt. Für Drucklüftungen sind die Filtertuche technisch zulässig, wenn man unter Zugrundelegung des von der Anlage zu leistenden Luftwechsels einerseits, des durch das Filter gesetzten Druckverlustes andererseits, die Maschine richtig berechnet bezw. construirt hat. Ein allgemeiner Ausdruck für den Widerstandscoefficienten lässt sich nicht aufstellen. Herr Professor Rietschel entwickelt schliesslich in seiner Arbeit eine Formel für die in Luft von 0° ausgedrückte, wirksame Druckhöhe, welche man für die Ueberwindung des Widerstandes in einem Möller'schen Filter in Anrechnung zu bringen hat.

Die Ergebnisse meiner Arbeit glaube ich schliesslich in folgende Sätze zusammenfassen zu können:

1. Bei den in der Praxis der Ventilationsanlagen vorkommenden Verhältnissen, einem stündlichen Luftwechsel von 80^{cbm} auf den Quadratmeter Filtertuch an aufwärts sind diese Tuche für Bacterienstäubchen und Pilzsporen durchlässig.

2. Gröberer Staub, insbesondere Kohletheilchen sowie eine nicht unbeträchtliche Menge von Luftkeimen, werden in dem Möller'schen Filtertuche wirklich zurückgehalten.

3. Die Einschaltung solcher (bester und genügend engmaschiger) Filtertuche in die Ventilationsanlage verursacht einen beträchtlichen Druckverlust. Derselbe entspricht bei

einer Ventilation von stündlich etwa 80 bis 250 ^{cbm} Luft auf den Quadratmeter Filtertuch ungefähr 2 bis 7·5 ^{mm} Wasser von 4° C.

4. Bei der Berechnung der Kosten sowie des Motors einer solchen Anlage ist auf den unter 3. angegebenen Verlust gebührend Rücksicht zu nehmen, wenn die Anlage den Anforderungen genügen soll.

Berlin, im Februar 1889.

Nachträgliche Bemerkung:

Während der Correctur dieses Bogens kam mir in Nr. 5 des *Gesundheitsingenieurs*, 1889 ein Aufsatz des in vorstehender Arbeit erwähnten Hrn. Dr. Möller zu Gesicht, der an der Veröffentlichung des Hrn. Prof. Rietschel sowohl, als auch an dem über meine Versuche bei dieser Gelegenheit schon Mitgetheilten mehrfache Aussetzungen zu machen hat. Nach Bekanntgabe vorstehender Arbeit kann ich es füglich der Beurtheilung sachverständiger Kritik überlassen, was es mit diesen Vorwürfen für eine Bewandniss hat! Wenn die von mir untersuchten Tuche Keime durchlassen, bei Geschwindigkeiten, die in der Praxis vorkommen, so müssen weitmaschigere oder lockerer gewebte Tuche dies denn doch noch mehr thun. Auf Hrn. Dr. Möller's Rathschläge, über die Anstellung einschlägiger Versuche, verzichte ich näher einzugehen.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Die Gefährlichkeit der Carbon-Natron-Oefen.

Von

Dr. R. J. Petri,
Regierungsrath und Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Im Verlaufe der letztvergangenen Monate ist von mehreren Polizeipräsidien das Publikum vor dem Gebrauch der in der Ueberschrift bezeichneten Heizvorrichtungen gewarnt worden. Die Versuche, welche die wissenschaftliche Berechtigung dieser Warnungen darthun, habe ich auf Anregung von Hrn. Geheimrath Koch im vergangenen Jahre im hiesigen hygienischen Institut angestellt. Im Nachfolgenden soll darüber Bericht erstattet werden.

Schon seit Jahren bringen die Zeitungen während der Heizperiode Nachrichten von Unglücksfällen, oft tödtlichen Ausgangs, welche durch den Gebrauch der Carbon-Natron-Oefen hervorgerufen wurden. Es würde nicht schwer fallen, eine erkleckliche Anzahl solcher Meldungen aus den Polizeiberichten der grösseren Städte herauszusuchen. Ich beschränke mich darauf, einige besonders bemerkenswerthe Fälle, die sich in letzter Zeit zugetragen haben, zu erwähnen.

Ein Carbon-Natron-Ofen, kleinste Nummer, wurde zum Heizen eines kleinen, etwa 15 ^{cbm} grossen Kutscherzimmers[1] benutzt und, ohne den (weiter unten näher besprochenen) Gummischlauch in angeheiztem Zustande mit Carbon nach Vorschrift versehen, inmitten des Zimmers Abends aufgestellt. Der im Zimmer schlafende Kutscher erschien am nächsten Morgen nicht zum Dienst. Man fand ihn bewusstlos vor, an Kohlendunst vergiftet, und er brauchte zu seiner Genesung im Krankenhause über

---

[1] Angaben über Ort, Zeit und Namen sind, obschon actenmässig festgestellt, hier absichtlich verschwiegen worden.

eine Woche. Man hätte erwarten können, dass der Besitzer des Ofens, durch den Unglücksfall klug geworden, die gefährliche Heizvorrichtung abschaffen würde, zumal die Staatsanwaltschaft sich um die Angelegenheit kümmerte, ohne dass indess Jemandem eine Schuld nachgewiesen wurde, oder eine Bestrafung erfolgte. Nein, der Ofen blieb trotz alledem. Nur wurde er jetzt mit dem „vorschriftsmässigen" Gummischlauch versehen, welcher die Verbrennungsgase zum Fenster hinausleiten sollte. Ein anderer Kutscher war inzwischen engagirt. Auch er schlief in dem schon erwähnten Zimmer. Der verhängnissvolle Ofen stand jedoch in einem als Geschirrkammer dienenden kleineren Nebenraum. Die Thür zwischen beiden Räumen blieb aber offen. Auch dieser Kutscher erschien nun am nächsten Morgen nicht zum Dienst. Er wurde todt vorgefunden. Die Staatsanwaltschaft konnte auch jetzt keinerlei Anhalt zu einer Verurtheilung finden.

Auf die armen Bediensteten scheint es übrigens ganz besonders abgesehen zu sein. Der *Aerztliche Centralanzeiger* in Hamburg, Nr. 21, meldet am 21. Mai 1888, dass in Bautzen ein 24 Jahre alter Diener über Nacht (29. Januar) ebenfalls mit solchem Carbon-Natron-Ofen sein Zimmer geheizt hatte. Da er am nächsten Morgen nicht zum Dienst kam, musste man seine Thür gewaltsam öffnen und fand ihn ohne Bewusstsein. Er kam nicht wieder zu sich und verschied noch am folgenden Abend.

Die *Berliner Börsenzeitung*, Nr. 606, 1887, bringt im Polizeibericht die Meldung: „Morgens wurde der in der Commandantenstrasse 63/64 wohnhafte Kutscher Jakob bewusstlos im Bette liegend vorgefunden. Das Zimmer war mittelst eines Carbon-Natron-Ofens geheizt und Jakob durch das aus dem Ofen strömende Kohlengas vergiftet worden."

Ein anderer Berliner Polizeibericht vom 9. September 1888 meldet: „Um dieselbe Zeit (Morgens) wurde ein Kaufmann in seiner Wohnung, Ohmgasse 5B, bewusstlos angetroffen. Derselbe hatte am Abend vorher einen Carbon-Natron-Ofen in Betrieb gesetzt und war durch die ausströmenden Gase betäubt worden."

Doch genug von solchen Meldungen. Seit Jahren schon sind die unterrichteten Kreise von der Gefährlichkeit dieser Oefen überzeugt, zumal maassgebende Stimmen sich auf Grund exacter Versuche gegen die Anwendung derselben ausgesprochen haben. Von deutschen Autoren erwähne ich Wolpert, welcher in seiner 1887 erschienenen Abhandlung „Die Carbon-Natron-Heizung und das Kohlenoxyd" energisch gegen die gefährlichen Oefen aufgetreten ist. Obschon er den Nachweis des Kohlenoxydes nicht vollkommen überzeugend durch chemische oder spektroskopische Proben lieferte, so zeigte er doch, dass nach drei Stunden

in einem mit dem Ofen geheizten kleinen Zimmer sich 16 pro mille Kohlensäure angesammelt hatten. Das Beweisendste war aber ein bei dieser Gelegenheit angestellter Selbstversuch. Als sein Sohn nach drei Stunden den Versuchsraum betrat, fand er den Vater bewusstlos vor. So wäre der eifrige Forscher beinahe selbst der tückischen Heizvorrichtung zum Opfer gefallen.

Wolpert's Warnruf verhallte jedoch ungehört vom grossen Publikum. Zahlreiche, bis in die neueste Zeit wiederholte Reclamen in den gelesensten Zeitungen und „Fachblättern" sorgen dafür, dass der „billige und bequeme" Heizapparat dem unwissenden Publikum aufgenöthigt wird. Selbst Aerzte und Ingenieure müssen zu diesem verderblichen Zweck ihren Namen hergeben. Vor mir liegt ein mit zahlreichen Abbildungen versehener Auszug aus dem Catalog der „Carbon-Natron-Heiz-Cie. Alwin Nieske, Dresden". Auf der ersten Seite desselben lese ich folgenden Satz:

„Tragbarer Patent-Carbon-Natron-Ofen (System Nieske). Dieser Ofen brennt ohne Schornstein, entwickelt weder Rauch noch Russ und kann in geheiztem Zustande von einem Zimmer in's andere getragen werden. Er ist in jeder Hinsicht gefahrlos, erfordert weder Bedienung noch Beaufsichtigung, brennt nach einmaliger Füllung ca. 24 Stunden und entwickelt eine gleichmässige, angenehme Wärme. Der Ofen kann auch da aufgestellt werden, wo sonst Feuerungsanlagen behördlich untersagt sind. Der Verbrauch an Heizmaterial, Carbon, ist sehr gering, für den kleinsten Ofen ungefähr 20 Pfg. pro Tag. Geeignet ist der Ofen für Treppenhäuser, Corridore, Vorsäle, Gewächshäuser, Keller, Verkaufsläden, Wagen-, Geschirr- und Räucherkammern, Pferdeställe, Eisenbahn-, Post- und Packwagen, die grösseren Nummern auch für Wohnzimmer, Salons u. s. w." Auf der anderen Seite sagt der Prospect dann ferner: „Bei Verwendung des Ofens in geschlossenen Wohnräumen muss am Ventilansatz ein kurzer Gummischlauch in möglichst wagerechter Richtung befestigt werden, wodurch die sich naturgemäss entwickelnde Kohlensäure (nicht zu verwechseln mit Kohlenoxydgas) — ist kein Kamin vorhanden — durch eine kleine Oeffnung in Thür oder Fenster nach aussen geleitet und so das Zimmer mit ventilirt wird. (!) Ansatzrohr zum Befestigen des Gummischlauches liegt jedem Ofen bei. Gummischlauch, $2^1/_2$ cm (!) lichte Weite, pro Meter 2 Mk. — In Schlafzimmern darf der Ofen nur am Tage mit gutsitzendem Gummischlauch gebrannt und muss Abends herausgestellt werden, da derselbe, wie jede andere Heizvorrichtung ohne Schornsteinanlage, den zum Brennen nothwendigen Sauerstoff der Zimmerluft entzieht." (!)

Der letzte Satz ist in vorliegendem Prospect allerdings fett gedruckt. Trotzdem wird das Publikum, wie wir auf Grund der zahlreichen Unglücksfälle anzunehmen berechtigt sind, nicht aufhören, auch für Schlafräume den Ofen zu benutzen. Weist doch der soeben mitgetheilte Wortlaut des Prospectes die Möglichkeit der Bildung von Kohlenoxyd, worauf es bei der Verurtheilung des Ofens einzig und allein ankommt, mit einer gewissen Entrüstung von der Hand und erweckt die natürlich unsinnige Vorstellung im Publikum, als ob die Schädlichkeit von Oefen ohne Abzug im Verzehren des Sauerstoffs aus der Zimmerluft bestehe. Die durchaus falsche Behauptung, dass durch einen nach den Angaben der Firma angebrachten Gummischlauch die Verbrennungsgase abgeleitet werden können, wird weiter unten noch die genügende Beleuchtung finden.

Doch nicht etwa das kritiklose Publikum allein lässt sich durch solche Ausführungen bethören. Auch Behörden, Techniker und „Fachzeitschriften" reden gelegentlich dem gefährlichen Ofen das Wort. Aus begreiflichem Grunde unterlasse ich die Angabe von Belägen für diese Behauptung. Aber selbst in Lehrbücher hat sich die Fabel von der Harmlosigkeit der Carbon-Natron-Oefen einzuschleichen gewusst. Auf S. 168 des *Lehrbuch der Hochbau-Constructionen* von Prof. Rudolf Gottgetreu in München, 1888, heisst es im Capitel über Heizungsanlagen von Carbon-Natron-Oefen: „Sie brennen ohne Rauch und Russ, brauchen keine Rauchröhre, sind leicht transportabel und lassen sich überall hin aufstellen, sind ausserdem durchaus gefahrlos und brauchen weder Bedienung noch Beaufsichtigung." Und weiter: . . . . „entwickelt beim Verbrennen sehr wenig Kohlenoxydgase, welche leicht mittelst eines Gummischlauches in's Freie abgeleitet werden können."

Dieses Citat möge genügen. Im April vorigen Jahres habe ich nun in der Gesellschaft für öffentliche Gesundheitspflege in Berlin über die Gefährlichkeit des Carbon-Natron-Ofens einen Vortrag gehalten. Berichte über den Vortrag sind in zahlreichen Tageszeitungen erschienen. Die Eingangs erwähnten polizeilichen Warnungen sind erlassen. Trotzdem wird in diesem Winter mit dem Carbon-Natron-Ofen munter fortgeheizt. Nur nennt ihn die Reclame jetzt anders. Im Annoncentheil der *Post*, Nr. 5 vom 6. Januar 1889, wurden von einer Berliner Firma die Oefen als „Transportable Regenerativ-Heiz-Oefen für Räume ohne Rauchabzug" angepriesen. Dass nichts anderes als unser Carbon-Natron-Ofen gemeint ist, beweist schon die der Reclame beigedruckte Abbildung. Ueberdies habe ich mich durch Augenschein überzeugen können, dass die betreffende Firma die A. Nieske'schen Oefen, nur mit ihrer Marke versehen, vertreibt.

Hrn. Geheimrath Spinola, welcher so freundlich war, mich auf diese Annonce aufmerksam zu machen, und mir auch noch andere auf den Ofen bezügliche Zeitungsausschnitte zusandte, verfehle ich nicht, an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen.

Die genannte Dresdener Firma bringt eine ganze Reihe von Carbon-Heizvorrichtungen in den Handel. Oefen verschiedenster Grösse, aber derselben, wie wir sehen werden, fehlerhaften Construction. Ferner „Koch- und Bratöfen", „Zugtödter für Doppelfenster", „Carbonnatron-Plätt- und Bügeleisen", „Bade-Oefen ohne Schornstein" und ähnliche Apparate. Allen gemeinsam ist die Verwendung des „Carbon", einer Buchenholz-Presskohle, die mit etwas Salpeter imprägnirt ist und, angezündet, ohne Erzeugung von Rauch oder starkriechenden Gasen fortglimmt. Dass bei diesen unvollkommenen Verbrennungen je nach Umständen mehr oder weniger des tückischen, geruchlosen Kohlenoxydes entsteht, ist für den Kenner selbstverständlich, der Laie kann es aber nicht wissen. Allen den genannten Heizapparaten ist ferner der Mangel einer zweckentsprechenden, ausreichenden Ableitung der gefährlichen Verbrennungsgase gemeinsam. Deshalb muss ihre Verwendung seitens der Hygiene unter allen Umständen verworfen werden. Gerade weil sie billig, bequem, behördlich überall gestattet, leicht transportabel und reinlich sind, bringen sie das giftige Gas überall hin, wo es nicht hin gehört, und schädigen Gesundheit und Leben des nichtsahnenden Publikums auf das Empfindlichste.

Meine Versuche stellte ich an mit der kleinsten Nummer des Carbon-Ofens, den ich aus einer Berliner Handlung bezog. Der Ofen trägt die Marke A. N. und stimmt in seinem Ansehen vollkommen überein mit der im schon erwähnten Prospect unter Nr. 0 gegebenen Abbildung.

Der etwa 90 ^{cm} hohe Ofen besteht aus einem 20 ^{cm} weiten Cylinder von Eisenblech, der unten durch eine Platte von demselben Material geschlossen ist und auf drei eisernen Füssen ruht. Das obere Ende hat zu beiden Seiten bequeme Handhaben mit Holzgriff, so dass man den Apparat leicht transportiren kann. In die obere Oeffnung des Cylinders ist ein blechernes Wassergefäss eingesetzt, welches in seiner Axe durch ein nach oben leicht konisch verjüngtes, 2 ^{cm} weites Blechrohr durchsetzt wird. Das obere Ende dieses Rohres kann durch eine beigegebene Metallkappe geschlossen werden. Auf das Wassergefäss wird ein lose überfallender Deckel von vernickeltem Blech gesetzt. An der Grenze des mittleren vom unteren Drittel etwa ist in den Cylinder ein Rost von Eisenstäben eingesetzt, der an einem durch die Cylinderwand nach aussen führenden Knopf nach Bedarf zur Entfernung der Asche geschüttelt werden kann. Dieselbe fällt in einen eisernen Schub, der aus dem unteren Drittel des Cylinders herausgezogen werden kann, um entleert zu

werden. Dieser Aschenkasten ist in den betreffenden Ausschnitt des Cylinders, aber durchaus nicht etwa funkendicht, eingepasst. Zwischen Aschenkasten und Schüttelknopf befindet sich eine 5 cm weite Rosette, deren Durchbrechungen durch Drehen einer Scheibe mehr oder weniger geschlossen werden können. Dadurch soll die Luftzufuhr „regulirt" werden. Dies sind die wesentlichen Theile des Ofens. Ausserdem ist an demselben noch zur Ableitung der Verbrennungsgase eine ganz eigenthümliche Vorkehrung angebracht. Im oberen Drittel des Cylinders, dicht unter dem erwähnten Wassergefäss, ist nämlich die Wand des Ofens von einer 2.5 cm weiten, runden Oeffnung durchbrochen. Dies Loch führt in einen ebensoweiten, oder besser gesagt ebenso engen Canal, der senkrecht nach abwärts geht und etwa in der Höhe des Rostes durch eine ebensolche runde Oeffnung nach aussen mündet. Ein kurzes Ansatzrohr ist senkrecht zu diesem „Rauchcanal" auf dessen äussere Mündung aufgesetzt, und kann noch dazu durch einen besonderen Schieber geschlossen werden. Durch diese sinnreiche Einrichtung sollen die Verbrennungsgase aus dem Ofen ins Freie geschafft werden, sobald man nämlich das Ansatzstück durch einen Gummischlauch mit der Aussenluft in Verbindung bringt. Eine unzweckmässigere ja, sit venia verbo, verrücktere Construction für den gewünschten Zweck hätte wohl kaum erfunden werden können. Die specifisch leichteren, stark erwärmten Verbrennungsgase sollen nach abwärts in einem noch dazu unten am stärksten erwärmten Canal geführt werden und sodann durch einen rechtwinklig auf diesen Canal angebrachten, stets mehr oder weniger gebogenen Gummischlauch in die kalte Aussenluft strömen. Eine nur oberflächliche Kenntniss physikalischer Verhältnisse reicht aus, um die Unmöglichkeit des Rauchabzuges im vorliegenden Fall einzusehen. Zum Ueberfluss habe ich jedoch wiederholt experimentell diese negative Thatsache erhärtet.

Auf das seitliche Ansatzrohr eines in voller Gluth befindlichen Ofens wurde ein $2^1/_2$ cm weiter Gummischlauch mit starker Hanfeinlage durch eine Drahtschlinge luftdicht befestigt. Der Gummischlauch war etwas länger als 1 m. Er wurde in wagerechter Richtung durch eine entsprechende Oeffnung im Fensterrahmen in's Freie geführt. An seiner äusseren Oeffnung konnte durch ein empfindliches Anemometer auch nicht der geringste Luftstrom nachgewiesen werden. Ich brachte jetzt eine ganz leichte Flaumfeder in die Schlauchöffnung. Sie blieb an Ort und Stelle liegen, ohne sich zu rühren. Die beiden Versuche wurden wiederholt, nachdem die Schlauchöffnung nach oben gerichtet worden, jedoch mit demselben negativen Erfolg. Auch durch Anwendung eines anderen, mehrere Meter langen und vom Ofen her senkrecht nach oben geführten Schlauches konnte ein Abströmen der Verbrennungsgase durch denselben

nicht erzielt werden. Ich entfernte den Schlauch und prüfte die Verhältnisse im Innern des kurzen Ansatzrohres. Auch hier gab das senkrecht stehende Anemometerrad keinen Ausschlag. Eine in den Stutzen hineingelegte Flaumfeder wurde jedoch langsam nach innen gesogen. Ebenso wurde die Flamme eines Holzspans in die Oeffnung des Stutzens nach innen abgelenkt. Es scheint demnach, wie übrigens zu erwarten, in dem sogenannten Rauchcanal eine Strömung in der dem Zweck des Canals entgegengesetzten Richtung stattzufinden.

Aus diesen Versuchen geht also deutlich hervor, dass weder dem am Ofen angebrachten Canal, noch einem über den Stutzen gezogenen Gummischlauch irgend eine Bedeutung für die Abführung der Verbrennungsgase beigemessen werden darf. Doch selbst für den Fall, dass in dem Canal und dem Schlauche eine Strömung im gewünschten Sinne stattfände, so ist der Querschnitt dieses Ableitungsweges so winzig bemessen, dass schon deshalb die im Ofen aufsteigenden, heissen Verbrennungsgase den viel bequemeren und weiteren Ausweg neben dem — nicht etwa luftdicht — eingesetzten Wassergefäss vorbei in's Zimmer nehmen müssen. Dies findet nun in der That statt. Der an der Aussenseite des Ofens aufsteigende heisse Luftstrom vermischt sich mit den oben austretenden Verbrennungsgasen, dieselben ununterbrochen der Zimmerluft zuführend. Ob dabei der Schieber des Abzugcanales offen oder zu ist, bleibt durchaus ohne Belang. Ebenso wenig können „Regulirungen“ an der kleinen Luftzuführungsrosette gegenüber den nicht verschliessbaren Undichtigkeiten neben dem Stossblatt des Aschenschubes einen wesentlichen Einfluss ausüben auf die Grösse des Luftstromes, welcher den brennenden Ofen durchzieht. Ein Abstellen dieses Vorganges ist, so lange der Ofen eben brennt, durchaus unmöglich.

Ob ein solcher Ofen gross oder klein ist, so lange er die beschriebene Construction aufweist, wird er nicht im Stande sein, die Verbrennungsgase anderswohin als in den zu beheizenden Raum entströmen zu lassen.

Das Wasserbecken, welches in den cylindrischen Ofen oben eingesetzt ist, kann mit Wasser gefüllt werden. Dieses geräth in schwaches Sieden und verdampft allmählich. Früher wurde an Stelle des Wasserkessels ein geschlossenes Gefäss mit „Natronsalz“ aufgesetzt. Letzteres, ein Gemenge von einem Theil essigsaurem und zehn Theilen unterschwefligsaurem Natron, schmilzt durch die vom Ofen zugeführte Wärme in seinem Krystallwasser. Beim Erstarren giebt es die aufgenommene Wärme allmählich wieder an die Umgebung ab. Von diesem jetzt meist nicht mehr verlangten „Natronkessel“ rührt die Bezeichnung „Natron“-Ofen her.

Durch einige Vorversuche hatte ich mich überzeugt, dass der kleine Ofen, einmal angeheizt, ohne durch Rauch oder Geruch sich irgendwie

lästig oder auch nur bemerkbar zu machen, ziemlich lange brennt, wenn er nur genügend mit „Carbon" versehen wurde. Auf eine Prüfung seiner etwaigen heizkräftigen Tugenden habe ich mich natürlich nicht weiter eingelassen. Wolpert giebt übrigens in der schon erwähnten Abhandlung an, dass der Ofen, mit anderen, besseren Heizvorrichtungen verglichen, sehr theuer heizt. Ich möchte an dieser Stelle aber noch darauf hinweisen, dass der Ofen auch in hohem Grade feuergefährlich ist. Sowohl beim Anheizen als ganz besonders beim Schütteln des Rostes, sowie beim Transport fallen Funken aus dem Ofen heraus. Mir ist ein Fall bekannt, in welchem durch diesen Umstand ein Balkenbrand entstand, der, da man den Ofen einige Stunden ohne Aufsicht beliess, leicht zu verhängnissvollen Folgen hätte führen können. Besondere Vorsicht dürfte beim Transport des brennenden Ofens geboten sein. Die Behauptung der Reclamen, der Ofen sei durchaus ohne Feuersgefahr, muss daher als unwahr zurückgewiesen werden.

Ich berichte jetzt über die weiteren Versuche, welche ich mit dem beschriebenen Ofen angestellt habe. Alle erweisen das Entweichen von Kohlenoxyd in die den Ofen umgebende Zimmerluft.

Für den Nachweis des giftigen Gases bediente ich mich der üblichen Methoden, auf deren erschöpfende oder gar kritische Besprechung ich hier verzichte. Hauptsächlich drei dieser Methoden habe ich benutzt:

1. Schwärzung von Fliesspapierstreifen, welche mit einer tief weingelben Lösung von Palladiumchlorür frisch getränkt waren und in diesem noch feuchten Zustande in die zu prüfende Luft hineingehängt wurden.[1]

2. Lösungen von Blut (Schweine-, Rinder-, Mäuse-, Meerschweinblut) im Verhältniss von 0·5 bis 2 auf 100 destillirtes Wasser wurden mit der fraglichen Luft kräftig geschüttelt, und längere Zeit damit in Berührung gelassen. Alsdann folgte die Prüfung mittelst des kleinen Vogel'schen Spectroskopes, unter Vergleichung natürlich mit der ursprünglichen Lösung. Hierauf Zusatz einiger Tropfen Schwefelammonium zu beidem und nach passender Zeit wieder Prüfung mit dem Spectroskop. Die Blutlösungen von der angegebenen Stärke zeigen — im Reagensglas — die bekannten beiden Oxyhämoglobinstreifen. Bei Anwesenheit einer genügenden Menge Kohlenoxydhämoglobin erscheinen die Streifen etwas näher aneinander gerückt, sowie der Zwischenraum zwischen denselben um einen Schatten dunkler, als in der gleich concentrirten Ausgangslösung. Durch die Einwirkung des Schwefelammoniums wird die Oxyhämoglobinlösung nach

[1] Fodor, *Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege.* 1880. Bd. XII. — Flügge, *Hygien. Untersuchungsmethoden.* 1881. S. 149 ff.

Verlauf weniger Minuten violett gefärbt und reducirt. Die beiden Streifen machen einem einfachen, von *D* bis *E* reichenden Bande Platz und es erscheint nach einiger Zeit bei *d* ein schmaler Streifen. Bei Anwesenheit von Kohlenoxydhämoglobin tritt die Bildung des reducirten Hämoglobins erst viel später ein, das Spectrum bleibt nach Zusatz des Schwefelammoniums lange Zeit, oft bis zum nächsten Tage, so gut wie unverändert.[1]

3. Geringere Mengen als etwa 3 bis 4 Promille Kohlenoxyd lassen sich durch diese Methode nicht mit Sicherheit nachweisen. Es liegt daher der Gedanke nahe, bei geringerem Gehalt das Kohlenoxyd durch Ausschütteln weiterer Luftmengen mit Blutlösung in letzterer anzuhäufen. Jedoch auch ich fand, dass dies jedenfalls nur in sehr geringem Maasse möglich ist. Wohl aber kann man durch den Athemprocess kleinerer Thiere bis zu einem gewissen Grade diese Anhäufung erzielen. Gréhant[2] zeigte, dass der Sperling noch aus einer Verdünnung von $^1/_5$ Promille das Kohlenoxyd in seinem Blute zu nachweisbarer Concentration anzuhäufen im Stande ist. Ich benutzte zu meinen Versuchen weisse Mäuse, und zwar auch mit positivem Ergebniss. Blieben die Thiere der kohlenoxydhaltigen Luft so lange ausgesetzt, dass sie starben, so gelang es leicht, mit ihrem Blute die unter 2. beschriebenen Versuche anzustellen. Aber selbst mit dem Blute von Mäusen, die getödtet waren, nachdem sie längere Zeit in der auf Kohlenoxyd zu prüfenden Luft geathmet hatten, konnte ich öfter die charakteristischen Proben erhalten.

Meist stellte ich alle drei Proben gleichzeitig an. Häufig jedoch wiederholte ich die Versuche mit gleicher Anordnung, um die Untersuchungsmethoden der Reihe nach anzuwenden.

Auf eine Bestimmung des Kohlenoxyds habe ich mich diesmal noch nicht eingelassen. Es erschien mir das aber für den Zweck der Arbeit auch entbehrlich. Ich glaube, schon der Nachweis dieser giftigen Gasart genügt dem Hygieniker, um eine polizeiliche Warnung gegen die Carbon-Natron-Oefen zu rechtfertigen. Sprechen doch manche Thatsachen sogar dafür, dass die chronische Einwirkung noch geringerer Kohlenoxydmengen, als die Analyse mit Sicherheit nachzuweisen im Stande ist, einen krankmachenden Einfluss auszuüben vermag.

Schon durch erste Versuche konnte ich feststellen, dass in der That in den Verbrennungsgasen des Ofens Kohlenoxyd enthalten ist. Zur Entnahme der Gase benutzte ich entweder die oben erwähnte, das Wassergefäss axial durchsetzende Röhre, oder den seitlichen Ansatzstutzen. In

---

[1] Vgl. Uffelmann, Spectroskopisch-hygienische Studien. *Archiv für Hygiene.* 1884. S. 196 ff. [2] *Comptes rendues.* 1888.

beiden Fällen wurde in die betreffenden Oeffnungen eine Glasröhre luftdicht eingepasst, und nachdem diese durch einen Gummischlauch mit der Eintrittsöffnung eines Blasebalgs verbunden war, eine trockene Fünfliterflasche in üblicher Weise mit dem Gase gefüllt. In eine solche Flasche eingehängtes Palladiumchlorürpapier wurde zuweilen schon nach einer Viertelstunde an den Ecken grauschwarz. Am anderen Tage war es stets tiefschwarz. Die nach der beschriebenen Weise hergestellten Ausschüttelungen mit 1 procentiger Blutlösung lieferten ausnahmslos die für Kohlenoxyd charakteristischen Erscheinungen. Zum Belag gebe ich einige dies beweisende Versuchsprotokolle.

Versuch vom 20. Februar 1888.

Aus der oberen Oeffnung des Ofens, der seit einigen Stunden in vollem Brand ist, werden mittelst 50 Hüben des Blasebalgs zwei Flaschen von je 5 bis 6 Liter Inhalt gefüllt.

1. In die eine Flasche kommen 50 ^{ccm} 1 procentiger Rinderblutlösung. Es wird gut durchgeschüttelt zehn Minuten stehen gelassen.

Nach Ablauf dieser Zeit ergiebt die spectroskopische Untersuchung (Vergleichsspectrum darüber betrachtet): Die beiden Streifen sind etwas näher gerückt, der Zwischenraum etwas mehr beschattet.

5 ^{ccm} beider Lösungen werden mit je fünf Tropfen Schwefelammonium versetzt, leicht umgeschwenkt und hingestellt. Nach zehn Minuten sieht die von den Ofengasen herstammende Probe noch unverändert roth aus, während die Controle schon leicht violetten Schein darbietet. Letztere Lösung zeigt schon den zusammengeflossenen Streifen des reducirten Hämoglobins sowie den schmalen Streif auf *d*, während die mit der verdächtigen Gasart geschüttelte Probe die zwei ursprünglichen Streifen anscheinend unverändert darbietet.

Nachtrag: Am anderen Morgen ist das geschilderte Verhalten noch unverändert.

2. In die andere Flasche wird ein frisch mit $PdCl_2$-Lösung getränkter Streif Fliesspapier eingehängt (an einem Platindraht). Ein gleicher Streif wird in eine mit gewöhnlicher Luft aus dem Laboratorium gefüllte Flasche eingehängt. Schon nach zehn Minuten zeigt das in der ersten Flasche aufgehängte Papier an den Enden ein schwarzes glänzendes Häutchen. Das Controlpapier bleibt unverändert. Nach $^1/_2$ Stunde ist der erstere Streif in seiner ganzen Ausdehnung schwarzgrau.

Nachtrag: Am anderen Morgen ist der gestern graue Streif tiefschwarz, während der Controlstreif keinerlei Veränderung darbietet.

Resultat des Versuchs: In 5 Litern der oben aus dem Ofen entnommenen Verbrennungsluft lässt sich sowohl vermittelst $PdCl_2$ als auch durch die Blutprobe Kohlenoxyd mit voller Sicherheit nachweisen.

Versuch vom 12. Februar 1888.

Aus dem seitlichen Ansatzstutzen des seit längerer Zeit brennenden Ofens werden zwei 5 bis 6 Liter haltende, trockene Flaschen durch je 50 Hübe mit Verbrennungsgasen gefüllt.

1. In eine Flasche kommen 35 ccm einer 2 procentigen Rinderblutlösung. Nach gutem Schütteln wird zehn Minuten stehen gelassen.

Die Originallösung zeigt im 1·5 cm weiten Reagensglase beide Oxyhämoglobinstreifen sehr deutlich und mit scharfer Begrenzung. Der an *D* gelegene Streif ist etwas dunkler, schmaler und schärfer begrenzt als der *E*-Streif. Durch den Zwischenraum geht fast alles dort befindliche grüne Licht hindurch.

Die mit der Untersuchungsluft geschüttelte Blutlösung sieht in gleich weitem Reagensglase um eine minimale Nuance bläulicher aus. Der an *D* grenzende Streif erscheint um ein Weniges nach *E* hin verschoben, auch ist der Zwischenraum etwas verdunkelt.

7 ccm beider Lösungen werden mit je fünf Tropfen Schwefelammonium versetzt. Nach 20 Minuten ist die Controle leicht violett. Im Spectrum beide Streifen zusammengeflossen, bei *d* ein schmaler neuer Streif. Die andere Lösung zeigt noch beide Streifen.

2. Der in die zweite Flasche eingehängte Papierstreifen mit $PdCl_2$ ist nach einer halben Stunde grau. Am anderen Morgen erscheint er tiefschwarz.

3. Thierexperiment. Ein 500 ccm fassendes Pulverglas wird mit doppelt durchbohrtem Kork verschlossen. In die eine Bohrung kommt eine 1 m lange, 1 cm weite Glasröhre, die bis dicht an den Boden des Gefässes hinabreicht. Die Röhre ist ausserhalb des Glases senkrecht nach unten umgebogen und wird in die obere Oeffnung des Carbonofens luftdicht eingepasst. Die andere Durchbohrung des Korkes trägt ein kürzeres, beiderseits offenes, senkrecht nach oben ragendes Glasrohr von gleicher Weite wie das ersterwähnte. Ein über die obere Oeffnung dieser Anordnung gehaltenes Anemometer zeigt, dass ein lebhafter Strom Verbrennungsluft durch das Glasgefäss geht. In demselben bildet sich nach einiger Zeit ein geringer Wasserbeschlag. Eine Erwärmung des Innern über 20° C. findet nach halbstündiger Beobachtung nicht statt.

Jetzt wird in das Glasgefäss eine weisse Maus gebracht, der Kork mit den Röhren aufgesetzt, und die Verbindung der oberen Oeffnung des Ofens hergestellt. Durch einen Vorversuch hatte ich mich überzeugt, dass in dem beschriebenen Apparat die Maus über Nacht munter bleibt. Sofort nach dem Aufsetzen dieser Vorrichtung auf den Ofen wird die Maus unruhig, schnüffelt umher, sucht einen Ausweg. Schnauze und Pfoten röthen sich, nach einer Minute ist das Thier matt, 15 Secunden später schon todt. Bei der sofort vorgenommenen Section zeigt sich keine andere Veränderung, als auffallende Röthe des Blutes. Einige Tropfen desselben werden im Reagensglas zur Intensität der Blutlösung 1 : 50 verdünnt. Das Spectrum beider Lösungen ist annähernd gleich, nur zeigt die Controllösung die Streifen etwas dunkler und schärfer sowie den grünen Zwischenraum etwas heller. 10 ^{ccm} jeder Lösung werden mit je sechs Tropfen Schwefelammonium versetzt. Nach zehn Minuten ist die Controle violett, zeigt nur noch einen Streifen von *D* bis *E*, bei *d* deutlichen schmalen neuen Streifen. Die aus dem Blute des Versuchsthieres hergestellte Lösung ist dagegen roth geblieben, ohne jede violette Nuance, und zeigt beide Streifen unverändert.

Eine mehrfache Wiederholung dieses Versuches liefert stets ein gleiches Ergebniss.

Um die Möglichkeit auszuschliessen, dass etwa der Unterschied der Blutarten die Erscheinung verschulde, wurde von einer lebenden Maus Blut entnommen und dieses in gleicher Weise behandelt. Schon fünf Minuten nach dem Zusatz des Schwefelammoniums war es violett und zeigte einen Streif zwischen *E* und *D* sowie den schmalen neuen Streif bei *d*.

Uebrigens geht der breite Streifen des reducirten Hämoglobins rechts nicht ganz bis an *E* heran (violett nach rechts).

Resultat des Versuchs: In 5 Litern der aus dem seitlichen Stutzen entnommenen Verbrennungsluft lässt sich sowohl durch $PdCl_2$ als vermittelst der Blutprobe das Kohlenoxyd mit Sicherheit nachweisen. Die Verbrennungsgase, welche aus dem das Wassergefäss durchsetzenden Rohr entströmen, tödten in unverdünntem Zustand eine Maus nach wenigen Minuten. In deren Blut ist das Kohlenoxyd mit Sicherheit nachweisbar.

Nachdem eine öftere Wiederholung solcher Versuche stets dasselbe Resultat ergeben hatte, suchte ich weiter festzustellen, wie sich die Luft in verschiedenen Entfernungen vom Versuchsofen verhält.

Um recht viele positive Resultate zu erzielen, hätte ich den Ofen in solch' ein kleines Zimmer bringen müssen, wie es z. B. Wolpert für seine Versuche benutzte, und dies mit um so grösserer Berechtigung, als die von mir studirte kleinste Nummer des Carbonofens vom Publikum wohl nur für die Beheizung von kleinen Localen verwendet wird. Ich verfuhr jedoch nicht so, sondern stellte meinen Ofen für die nächste Versuchsreihe in ein grösseres Zimmer von 101 ^{cbm} Raum. Das Zimmer hat ein ziemlich gut schliessendes Fenster, aber zwei undichte, grosse Doppelthüren. In die Mitte dieses Raumes wurde der Ofen jedesmal aufgestellt.

Trotzdem die Versuchsanordnung demnach zu Gunsten einer etwaigen Harmlosigkeit des Ofens getroffen war, lieferten die Versuche ein Resultat, welches die Verhängung eines Verdammungsurtheiles über den Ofen fordert.

In den im Umkreise von etwa 2 ^{m} aus der Nähe des Ofens entnommenen Luftproben war vermittelst der Palladiumreaction ausnahmslos, durch die Blutprobe nicht immer die Anwesenheit des Kohlenoxyds zu constatiren. Die Thierversuche hingegen lieferten selbst an noch entfernteren Stellen ein positives Resultat. Einige diesbezügliche Versuchsprotokolle schalte ich hier ein.

Versuch vom 21. Februar 1888.

Der brennende Ofen wird in die Mitte des 101 ^{cbm} grossen Zimmers gestellt, Thüren und Fenster geschlossen. Durch Schliessen des Schiebers am Abzugsstutzen sowie der Luftzufuhrrosette wird der Ofen nach der Vorschrift der Prospecte auf langsames Brennen eingestellt. Der obere Deckel des Wassergefässes wird abgenommen.

In 25 ^{cm} Entfernung senkrecht über dem Ofen werden vermittelst 50 Hüben des Blasebalgs zwei 5 bis 6 Literflaschen gefüllt.

In gleicher Höhe, nur 30 ^{cm} seitwärts vom Rande des Ofens werden zwei weitere, ebensolche Flaschen gefüllt.

Von den Flaschen dieser beiden Entnahmen wird je eine mit einem feuchten $PdCl_2$-Streifen versehen, in die andere werden 50 ^{ccm} 1procentiger Rinderblutlösung eingebracht und nach tüchtigem Umschütteln zehn Minuten stehen gelassen. Die alsdann vorgenommene, spectroskopische Prüfung liefert ein positives Resultat. Die Palladiumstreifen sind am anderen Morgen schwarz.

Resultat: In 5 Litern Luft, entnommen in der Nähe von ungefähr $^{1}/_{4}$ ^{m} vom oberen Theile des Ofens, welcher in einem 101 ^{cbm} grossen Zimmer aufgestellt ist, lässt sich sowohl mit Palladiumchlorür als durch die Blutprobe Kohlenoxyd mit Sicherheit nachweisen.

In diesem Versuche konnte die Zeit nicht beobachtet werden, binnen welcher die Palladiumchlorürstreifen zuerst sich zu schwärzen anfingen. Auch war ich Zeitmangels wegen nicht im Stande gewesen, einige mir erwünscht scheinende Controlen noch hinzuzufügen. Der Ofen wurde deshalb über Nacht brennen gelassen, und am nächsten Tage folgender Versuch angestellt.

Versuch vom 22. Februar 1888.

Der Ofen ist noch von gestern her im Brand. Zwei 5 Literflaschen werden 1 m oberhalb des Ofens, zwei andere 1 m seitwärts von demselben mit Luft gefüllt. Ferner werden unten auf dem Hofe im Freien sowie im geheizten Laboratorium unmittelbar über einem stark geheizten Meidingerofen je zwei solcher Flaschen mit Luft gefüllt. In je eine Flasche dieser vier Paare wird ein $PdCl_2$-Streifen eingebracht, die andere wird mit 50 ccm der 1 procentigen Rinderblutlösung beschickt, ordentlich geschüttelt und stehen gelassen.

Nach 15 Minuten werden die Blutlösungen spectroskopirt. Ein Unterschied ist mit Sicherheit diesmal nicht aufzufinden. Die Lösungen werden jetzt mit Schwefelammonium versetzt (auf 5 ccm drei Tropfen), gegen eine weisse Unterlage gestellt und beobachtet. Die aus dem Freien sowie von der Nähe des Meidingerofens herrührenden Proben werden einige Minuten eher violett, als die aus der Nähe des Carbonofens. Der Unterschied im Spectralbefund hält sich aber nur kurze Zeit und ist, nachdem die mit einem unauffälligen Zeichen versehenen Proben von einem Dritten in ihrer Reihenfolge verstellt waren, nunmehr nicht mit Sicherheit zu constatiren. Es werden neue Proben entnommen, die Reaction noch einmal angestellt, aber auch diesmal ist der Erfolg ein nicht ganz sicherer. Bei mehrmaliger Wiederholung ergiebt sich, dass durch die Spectroskopprobe die Anwesenheit des Kohlenoxyds sehr wahrscheinlich gemacht, aber doch nicht mit absoluter Sicherheit in jedem Versuche festzustellen ist. Einen durchweg positiven Befund liefern jedoch die Versuche mit den Palladiumpapieren.

Die in der Nähe des Carbonofens gefüllten Flaschen zeigen schon nach Verlauf von einer Stunde an den Rändern der Streifen die bekannte Graufärbung, an den Ecken sogar hier und da einen schwärzlichen Anflug. In den Controlflaschen, und zwar sowohl in denen mit Aussenluft als auch in den dicht am Meidingerofen gefüllten, zeigt sich keinerlei Einwirkung auf das $PdCl_2$.

Am anderen Morgen sind die Streifen in der Carbonofenluft vollkommen schwarz geworden, während sämmtliche übrigen Controlstreifen noch rein gelb geblieben sind.

Resultat In 5 Litern Luft, entnommen in 1 m Entfernung von dem im 101 cbm grossen Zimmer brennenden Carbonofen, ist durch die Palladiumchlorürprobe mit Sicherheit, durch die Blutprobe nur mit Wahrscheinlichkeit das Kohlenoxyd nachzuweisen.

Es wurden nun Luftproben untersucht, welche in dem erwähnten Zimmer in noch weiterer Entfernung vom Carbonofen entnommen waren. Die Blutprobe ergab, wie nach den schon geschilderten Versuchen nicht anders zu erwarten stand, zweifelhafte Resultate. Die Proben mit dem Palladiumpapier fielen jedoch auch hier meist positiv aus, die Anwesenheit von Kohlenoxyd erweisend. Nur in dem Falle, dass die Fünfliterflaschen ihre Füllung bekamen von Stellen dicht an dem Fenster sowie vom Fussboden in der Nähe der schlecht schliessenden Thüren, gab auch das Palladiumchlorür ein negatives Ergebniss.

Aus den ganzen, bisher referirten Versuchen geht mithin hervor, dass von dem Carbonofen aus sich in dem 101 cbm grossen Zimmer das Kohlenoxyd ziemlich gleichmässig verbreitet, und zwar so, dass in der Nähe des Ofens sowie in den oberen Partieen des Zimmers die Menge des giftigen Gases am bedeutendsten zu sein scheint, während an der Peripherie des Zimmers, besonders am Fussboden sowie in der Nähe des Fensters und der Thüren das Gas in so verdünntem Zustand sich vorfindet, dass man es mittelst der chemischen Methoden nicht mehr mit Sicherheit nachweisen kann.

Das Fehlschlagen der Blutprobe zum sicheren Nachweise des stark verdünnten Kohlenoxyds in Fällen, wo durch das Palladiumchlorür noch ein sicherer Nachweis zu erbringen war, würde mich veranlasst haben, an die **Bestimmung** des giftigen Gases heranzugehen. Es mangelte mir aber für diese zeitraubende Arbeit vor der Hand die Zeit, und so musste sie, sehr zu meinem Leidwesen, unterbleiben. Auch die Versuche, durch Ausschütteln grösserer Luftmengen mit Blutlösung das Kohlenoxydhämoglobin anzuhäufen, ergaben kein befriedigendes Resultat. Um so erfreuter durfte ich sein, als der Thierversuch mir auch bei grösserer Verdünnung des Gases einen positiven Befund lieferte. Es zeigte sich nämlich, dass unter Umständen die Mäuse auch in weiterer Entfernung vom Carbonofen erkrankten resp. starben, und dass in ihrem Blute sich alsdann das Kohlenoxyd mühelos und sicher nachweisen liess.

Das Protokoll eines Thierversuches habe ich schon oben mitgetheilt. Wenn nun auch das Spectroskop im Blute der betreffenden Maus das Kohlenoxyd mit voller Sicherheit nachwies, so durfte ich doch nicht die Behauptung aufstellen, dass die Maus an dem Kohlenoxyd auch wirklich

gestorben sei. Der Maus waren bei dem Versuche ja die gesammten Verbrennungsgase des Carbonofens zugeführt worden. Sie hatte sich daher auch in einer sehr kohlensäurereichen Atmosphäre befunden und konnte letzterem Gase recht wohl zum Opfer gefallen sein, und das Kohlenoxyd in vielleicht geringer Menge nur so nebenbei mit aufgenommen haben. Es mussten daher die Thierversuche mit anderer Anordnung wiederholt werden.

Zunächst hielt ich es für erspriesslich, mich zu unterrichten über das Verhalten der Maus in anderen, bei unserem Versuchsthema etwa in Betracht kommenden Gasarten, von denen ich zunächst Kohlensäure, Wasserstoff und das stets kohlenoxydhaltige Leuchtgas heranzog. Durch einige chemische Reactionen überzeugte ich mich, dass unser Leuchtgas recht beträchtliche Mengen von Kohlenoxyd enthält.

Ich benutzte für die Versuche dieselbe halblitergrosse Pulverflasche mit weitem Zu- und Ableitungsrohr, welche ich oben schon beschrieben habe.

Ich konnte in der Litteratur keine sicheren Angaben finden über das spectroskopische Verhalten des Blutes von Mäusen, die durch Wasserstoff oder Kohlensäure getödtet waren. Beides musste ich aber zur Beurtheilung meiner Befunde wissen. Denn in den Verbrennungsgasen des Carbonofens konnten neben dem Kohlenoxyd recht wohl beide Gasarten vorhanden sein. Die Anwesenheit der Kohlensäure konnte ich sofort, und zwar in reichlicher Menge, durch Schütteln mit Kalkwasser und mit Barytlauge darthun. Auf den Nachweis von etwa nur in geringen Mengen vorhandenem Wasserstoff resp. Kohlenwasserstoff konnte ich mich nicht einlassen. Nach Analogie anderer Verbrennungsproducte glaubte ich aber auch diese Körperclasse berücksichtigen zu müssen, und machte deshalb mit dem Wasserstoff, als dem bequemsten Repräsentanten derselben, einige Versuche. Das Leuchtgas betrachtete ich hier zunächst als eine allzeit zur Verfügung stehende Quelle des Kohlenoxyds, und dann können ja auch alle seine Bestandtheile unter den Verbrennungsgasen des Carbonofens vermuthet werden.

Die für die Versuche benutzte Kohlensäure entwickelte ich im Kipp'schen Apparat aus Marmor und Salzsäure und wusch sie mit Wasser. Den Wasserstoff bereitete ich in einem gleichen Apparate aus chemisch reinem Zink und verdünnter Schwefelsäure und wusch ihn ebenfalls mit Wasser. Das Leuchtgas entnahm ich unserer Leitung.

Nachdem die Maus in das Glasgefäss eingebracht, wurde das bis auf den Boden reichende Glasrohr durch Gummischlauch mit der betreffenden Gasleitung verbunden und nun in stets gleichem Blasengang das Gas zugeführt. Ich wählte ein für alle Mal, um vergleichbare Zahlen zu bekommen, die Geschwindigkeit von 100 Blasen in der Minute. Die Maus musste also ein stetig concentrirter werdendes Gemenge der betreffenden

Gasart mit den 500 ccm Luft ihres Glaskäfigs, verunreinigt ausserdem noch durch die Ausscheidungen ihrer eigenen Lunge, einathmen. Sehr einfach können diese Versuchsbedingungen allerdings nicht gerade genannt werden. Trotzdem gaben mir die Versuche die erwünschte Aufklärung, denn auch die Verbrennungsgase des Carbonofens führte ich in dieser Versuchsreihe der Maus in derselben Weise zu. Für diesen Zweck wurde nämlich das obere Ende des schon öfter erwähnten Rohres in der Axe des Wassergefässes auf dem Carbonofen durch einen Gummischlauch mit einer Waschflasche verbunden, deren anderes Rohr genau wie bei den Vergleichsversuchen mit Wasserstoff u. s. w. mit dem Zuleitungsrohr des Mausebehälters in Verbindung kam. Die Verbrennungsgase gingen natürlich nicht in Folge ihres eigenen Druckes durch diese Anordnung, sondern sie wurden vermittelst eines Aspirators in dem schon erwähnten Tempo hindurchgesaugt. Es zeigte sich nun zunächst, dass auch bei der letzteren Versuchsanordnung die Verbrennungsgase tödtliche Wirkung auf die Mäuse ausübten, nur blieben die Thiere etwas länger am Leben. Sie gingen in durchschnittlich einer halben Stunde ein. Auch in den anderen Gasarten starben die Mäuse, und zwar in kürzerer Zeit als in den Verbrennungsgasen. Am schnellsten todbringend schien das Leuchtgas zu sein, zuweilen starben die Thiere auch sehr bald im Wasserstoff. Kohlensäure konnten sie noch am längsten vertragen. Die Thiere wurden unmittelbar nach dem Tode obducirt, und ihr Blut spectroskopirt. Dabei stellte sich nun heraus, dass nur die durch Leuchtgas und durch die Verbrennungsgase getödteten Thiere jene bekannte, auffallend hellrothe Farbe des Blutes darboten und ohne Ausnahme die für Kohlenoxyd bekannten Spectralbefunde lieferten. Die Leichen aller anderen Mäuse sahen im Vergleich viel grauer und blasser aus, und niemals konnte eine, der beschriebenen ähnliche Spectralreaction erhalten werden. Die hellrothe Beschaffenheit des Blutes und der von gefüllten Gefässen durchsetzten Körpertheile ist gerade bei weissen Mäusen deutlich und in die Augen fallend. Es ist gar keine grosse Uebung erforderlich, aus einer Anzahl todter Mäuse — notabene so lange sie noch frisch sind — durch die Obduction ohne Zuhülfenahme des Spectroskops diejenigen mit Sicherheit herauszufinden, die den Einwirkungen des Carbonofens oder dem Leuchtgase zum Opfer gefallen sind.

Ein Versuchsprotokoll möge das Gesagte erhärten.

Versuch vom 16. Februar 1888.

Es werden der Reihe nach (in dem beschriebenen Apparat, Blasengang 100 pro Minute) vier Mäuse getödtet:

1. Maus in Leuchtgas. Dieselbe stirbt nach $8^1/_2$ Minuten. Ihr hellrothes Aussehen fällt auf.

2. Maus in Wasserstoffgas. Das Thier ist schon nach $6^1/_2$ Minuten verendet.

3. Maus im Kohlensäurestrom, geht nach $18^1/_2$ Minuten ein.

4. Maus in den Verbrennungsgasen des Carbonofens, stirbt erst nach 30 Minuten.

Eine fünfte Maus wird mit der Scheere enthauptet und ihr Blut zur Bereitung der Controllösung verwendet. Ausserdem wird auch das Blut eines gerade frisch getödteten Meerschweinchens sowie vom Schlächter beschafftes frisches Schweineblut und Rinderblut zum Versuche mit benutzt.

Die getödteten Thiere werden sofort obducirt und neben einander auf ein langes, schmales Brett befestigt. Die Leichen der Leuchtgas-Maus sowie der Carbongas-Maus fallen durch ihr hellrothes Aussehen einem Jeden, dem ich dieselben zeige, auf.

Aus dem Herzen der Leichen wird jetzt mit einer feinen Pipette so viel Blut als möglich entnommen und in gleichweite Reagensgläser laufen gelassen. Die immerhin sehr spärlichen Blutmengen werden sofort mit destillirtem Wasser verdünnt. Es wird die Lösung nach Möglichkeit so angefertigt, dass die Rothfärbung der Stärke den aus Meerschweinchen-, Schweine- und Rinderblut im abgemessenen Verhältniss von 0·5 : 100 hergestellten Lösungen entspricht.

Die so erhaltenen Blutlösungen werden möglichst rasch untersucht. Es kommen der Reihe nach folgende Lösungen zur Untersuchung:

1. Leuchtgasblut,	5. Normales Mauseblut,
2. Wasserstoffblut,	6. Meerschweinchenblut,
3. Kohlensäureblut,	7. Schweineblut,
4. Carbonofenblut,	8. Rinderblut.

Die 1·8 ^{cm} weiten Reagensröhren mit den Blutarten werden neben einander gegen einen weissen Hintergrund gestellt und beobachtet. Die makroskopischen Farbenunterschiede sind zu unerheblich, um als Beweis angesprochen zu werden. Bas Blut 1 und 4 sieht etwas anders aus als die übrigen, eine kleine Nuance mehr blau. Die mit den Zahlen unauffällig versehenen Röhrchen lasse ich wiederholt hinter meinem Rücken umstellen. Es gelingt mir stets, die Gläschen 1 und 4 richtig an ihrer bläulicheren Farbe herauszufinden.

Die Lösungen 2, 3, 5 bis 8 zeigen ein gleiches Oxyhämoglobinspectrum, die bekannten beiden Streifen, den *D*-Streif etwas dunkler und schmaler als den bei *E* gelegenen. Der Zwischenraum lässt das grüne Licht fast unabgeschwächt hindurch. Bei wiederholtem Vergleich kann ein Unterschied dieser Blutlösungen unter einander nicht aufgefunden werden.

Bei den Lösungen 1 und 4 sind die Streifen durch geringe Verschiebung des *D*-Streifens nach rechts (violett) etwas näher gerückt, ausserdem ist der *D*-Streif nicht intensiver als der andere und erscheint der Zwischenraum etwas dunkler. Das Spectrum dieser beiden Lösungen wird wiederholt aufmerksam mit dem darüber entworfenen von Lösung 5 verglichen, indem ich meine Aufmerksamkeit auch besonders auf das violette Ende richte. Es ist dabei mit ziemlicher Sicherheit wahrzunehmen, dass die Lösungen 1 und 4 mehr Blau durchlassen als 5. Die starke Absorption im Violett setzt bei 1 und 4 entschieden etwas weiter nach rechts ein als bei 5. Je 10 ccm der Lösungen werden nun schnell hinter einander mit je zehn Tropfen Ammoniumsulfid versetzt und leicht umgeschwenkt. Nach 15 Minuten sind alle Lösungen mit Ausnahme von 1 und 4 deutlich verändert. Sie sehen violetter aus, während bei 1 und 4 keine besondere Veränderung auffällt. Das Spectroskop zeigt überall die Hämoglobinstreifen zusammengeflossen, auch der schmale Streif bei *d* ist in den meisten Lösungen unverkennbar. Die Lösungen 1 und 4 zeigen dagegen keine wesentliche Aenderung.

Es wird aus dem vorhandenen Blutmaterial noch eine zweite Reihe von Lösungen angefertigt, und zwar in etwas stärkerer Concentration, der Blutlösung 1 : 100 entsprechend.

Die Lösungen werden genau so behandelt, wie in der vorigen Reihe, der bläuliche Ton von 1 und 4 ist wieder ganz unverkennbar.

Nach dem Zusatz von Schwefelammonium wird die Beobachtung so schnell als möglich gemacht und dabei genau der zeitliche Verlauf der Aenderungen in den einzelnen Gläschen verfolgt und notirt.

Das normale Mauseblut (5) sieht schon nach fünf Minuten leicht violett aus, zeigt Zusammenlaufen der zwei Bänder und den Streif auf *d*. Dann folgt das CO_2-Blut (3) nach sieben Minuten, dann der Reihe nach Schweineblut (7), Rinderblut (8), Meerschweinchenblut (6) und zuletzt H_2-Blut (2), nach 15 Minuten. Nur im Leuchtgasblut (1), sowie im Carbongasblut (4) macht sich nach Ablauf dieser Zeit noch keine Veränderung bemerkbar.

Wegen eintretender Dunkelheit können die Lösungen nicht mehr länger beobachtet werden. Am anderen Tage sind aber in den Lösungen 1 und 4 beide Streifen noch recht deutlich zu erkennen. Sie sind zwar etwas verwaschen, und auch auf *d* ist schon ein schmaler Schatten sichtbar.

Resultat des Versuches: Werden die Verbrennungsgase des Carbonofens der Athemluft einer Maus allmählich zugeführt, so stirbt das Thier. In seinem Blute ist Kohlenoxyd mit Sicherheit nachweisbar. Der dabei erhobene Spectralbefund

stimmt überein mit dem Befund der durch kohlenoxydhaltiges Leuchtgas vergifteten Mäuse. Im Blute von Mäusen, die durch Wasserstoff oder Kohlensäure getödtet sind, können diese Veränderungen nicht constatirt werden.

Nachdem ich so meine Bedenken gegen die Deutung der Spectralbefunde zerstreut hatte, musste noch eine weitere Reihe von Thierversuchen angestellt werden, um den Nachweis zu versuchen, ob nicht etwa durch längeres Einathmen seitens der Versuchsthiere unter gewöhnlichen Verhältnissen an verschiedenen Stellen des mit dem Ofen geheizten Zimmers eine Einwirkung der allerdings schon als schädlich erkannten Verbrennungsgase auf die Thiere stattfindet. Es war ja möglich, dass durch die grosse Verdünnung der schädigende Einfluss dieser Gase vollkommen aufgehoben wurde. Auch war der chemische Nachweis an den von dem Ofen weiter entfernten Stellen des Zimmers nur durch die Palladiumprobe gelungen, während die Blutprobe nicht in allen Fällen zum Ziele geführt hatte. Wie schon erwähnt, gelangen die Versuche über Erwarten.

Die Mäuse wurden in kleine Drahtkäfige gebracht. Ich improvisirte mir solche durch Benutzung der bekannten Drahtkörbe zur Sterilisirung von 25 Röhrchen. Die obere Oeffnung derselben wurde nach Einbringung der Maus durch Drahtnetz verschlossen, und so hatte die Luft von allen Seiten ungehinderten Zutritt.

Diese kleinen, mit Mäusen versehenen Drahtkäfige wurden nun an verschiedenen Stellen des mit dem Carbonofen geheizten, 101 cbm grossen Zimmers untergebracht und der weitere Verlauf beobachtet.

Es zeigte sich dabei, dass die Thiere in der Nähe des Ofens, sowie in den oberen Partieen des Zimmers unter der Decke am ehesten und sichersten erkrankten, resp. starben, während die weiter vom Ofen aufgestellten Mäuse erst nach einiger Zeit eine Einwirkung der Schädlichkeit zu erkennen gaben. Im Blute aller dieser Thiere konnte das Kohlenoxyd mit Sicherheit nachgewiesen werden. Die auf dem Fussboden und in der Nähe der Thürspalten aufgestellten Thiere blieben jedoch anscheinend munter, und konnte ich in ihrem Blute nichts Abnormes auffinden. Um in dem Blute der nur erkrankten Mäuse das Kohlenoxyd nachzuweisen, ist est nothwendig, dieselben sofort an Ort und Stelle, am besten durch Eindrücken des Schädels, zu tödten. Bringt man sie aus dem Versuchszimmer heraus, so erholen sie sich natürlich sehr schnell, und man findet in ihrem Blute das Gift nicht mehr vor. Einige Mäuse hielten aber unter den geschilderten Versuchsbedingungen aus, ich konnte ihnen eine Er-

krankung nicht anmerken. Das Kohlenoxyd war aber auch in ihrem Blute unzweifelhaft nachweisbar.

Um nicht weitläufig zu werden, gebe ich von diesen Versuchen wiederum auch nur einen im Protokoll.

Versuch vom 5. April 1888.

Versuchszimmer 101 ^{cbm} gross. In der Mitte desselben steht der Carbonofen, seit einigen Stunden im vollen Brand. Ofengeruch nicht zu verspüren. Das Wasser im oberen Gefäss ist 60° C. warm. Fenster und Thüren des Raumes sind geschlossen. Es werden vier kleine Drahtkäfige mit Mäusen im Zimmer vertheilt.

Nr. 1 wird unmittelbar über dem Ofen, dem seitlichen Rande desselben entsprechend, aufgestellt.

Nr. 2 kommt auf ein Stativ, 0·5 ^{m} seitlich vom Ofen, 1·20 ^{m} hoch über dem Fussboden.

Nr. 3 in eine Zimmerecke, und zwar an der Fensterwand, 3 ^{m} vom Ofen entfernt, 2 ^{m} hoch über dem Fussboden.

Nr. 4 in die gegenüberliegende Zimmerecke, an einer Thürwand, vom Ofen ebenfalls 3 ^{m} entfernt, auf dem Fussboden aufstehend. Die Thürfuge in der Nähe des Käfigs klafft um mehr als einen halben Centimeter.

Um 11 Uhr 30 Min. werden die Käfige an die bezeichneten Stellen gebracht. Die unmittelbar über dem Ofen placirte Maus sucht sofort denjenigen Theil ihres Gefängnisses auf, wo sie den vom Ofen aufsteigenden Gasen am wenigsten ausgesetzt ist. Sie schnüffelt ängstlich umher. Ein neben ihr in den Käfig gelassenes Thermometer zeigt 22° C. An den anderen Mäusen ist noch nichts Ungewöhnliches zu bemerken. Ich verlasse das Zimmer und verschliesse von aussen beide Thüren.

Um 2 Uhr (also nach $2^1/_2$ Stunden) betrete ich das Zimmer wieder, ohne die Thüre weiter und länger als eben nöthig geöffnet zu halten. Ausser der am Boden stehenden Maus, welche vollkommen munter ist, zeigen alle Thiere den Einfluss einer Schädlichkeit. Die Ofenmaus sitzt mit geschlossenen Augen in einer oberen, am meisten geschützten Ecke ihres Käfigs. Die schwach behaarten Körpertheile sind deutlich stärker geröthet als in normalem Zusand. Auch die seitwärts vom Ofen und die zwei Meter hoch in der Fensterecke angebrachten beiden Thiere halten ihre Augen geschlossen und sitzen zusammengekauert am Boden ihres Drahtkorbes, ohne, wie sonst, an dessen Wänden umherzuklettern. Besondere Röthung der Haut kann ich bei diesen Thieren nicht bemerken.

Um $4^1/_2$ Uhr betrete ich das Zimmer wieder, um den Versuch abzubrechen. Die Ofenmaus liegt todt am Boden des Drahtkorbes. Sie hat die Einbringung in das Versuchszimmer also höchstens fünf Stunden

überlebt. Die dem Ofen zunächst befindliche Maus liegt in den letzten Zügen auf der Seite, am Boden ihres Käfigs. Auch die zwei Meter über dem Boden in der Fensterecke angebrachte Maus liegt verendend am Boden des Drahtkorbes. Nur die Maus auf dem Fussboden ist munter.

Sofort wird den noch lebenden Thieren mit der Rattenzange der Schädel eingedrückt, und zwar an Ort und Stelle, ohne den betreffenden Käfig zu verschieben. Eine normale Maus wird ebenso getödtet und alle fünf Leichen kommen unverzüglich zur Obduction. Die spontan gestorbene Maus sieht deutlich hellroth aus, bei den anderen Thieren ist dies jedoch nicht so hervortretend. Am blassesten ist das Innere der Controlmaus. Die Mauseleichen werden mit nachstehenden Nummern versehen:

1. Ofenmaus.
2. Maus seitlich vom Ofen.
3. Maus 2^{m} hoch in der Fensterecke.
4. Bodenmaus.
5. Controlmaus.

Mittelst Pipette wird aus den Herzen Blut entnommen und mit Wasser verdünnt zur Stärke von 1:100. Blutlösung 1, sowie in absteigender Reihenfolge 3 und 2 erscheinen mit bläulich-kirschrother Nüance, bei 4 und 5 ist dies nicht zu bemerken. Nachdem die Gläser verstellt sind, kann ich wiederholt die Reihenfolge 1 3 2 herausfinden, nur einmal unter fünf solchen Versuchen kommt 1 2 3 zu Stande. Blut 4 und 5 lässt dagegen keinen Unterschied wahrnehmen. Auch das Spectroskop ist dazu ausser Stande, während Blutlösung 1 am stärksten, dann 3 und zuletzt 2 die für Kohlenoxyd charakteristische Beschaffenheit darbieten. Je 5^{ccm} der Lösungen werden mit vier Tropfen Schwefelammonium versetzt.

Zehn Minuten nach dem Zusatz beginnen die Veränderungen sich zu zeigen und nach 20 Minuten sind die Lösungen 4 und 5 deutlich violett, auch 2 und 3 ist etwas verändert. Das Spectroskop zeigt in 1 noch beide Streifen isolirt, auch in 3 und 2 ist dasselbe zu constatiren; in 2 ist auf *d* ein ganz schwacher Schatten. In 4 und 5 sind beide Streifen zusammengeflossen, bei *d* in beiden Lösungen deutliche Streifen.

Resultat des Versuches: Die aus dem Carbonofen in ein Zimmer von 101^{cbm} Grösse entweichenden Gase sind im Stande, eine über dem Ofen befindliche Maus in fünf Stunden zu tödten. In den Entfernungen von 1 und 3^{m} aufgestellte Mäuse sind nach Ablauf der erwähnten Zeit moribund. Im Blute aller dieser Thiere ist Kohlenoxyd mit Sicherheit nachweisbar.

In einem anderen Zimmer von nur 94 ^{cbm} Gehalt, welches zwei gegenüber liegende Thüren hat und zwei Fenster, wurden ebenfalls solche Versuche angestellt mit demselben Arrangement. Die Thüren dieses Raumes waren sehr undicht, von den Fenstern konnte das eine nur soweit geschlossen werden, dass ein Spalt von 1 ^{cm} Breite noch klaffend blieb. In der Luft auch dieses Raumes wurde mit $PdCl_2$ das Kohlenoxyd nachgewiesen. Die Mäuse in der Nähe des Ofens wurden schwer krank, starben aber nicht. In ihrem Blute wurde das giftige Gas ebenfalls aufgefunden. Die in der Nähe der Fenster und Thüren aufgestellten Thiere blieben munter und ihr Blut war anscheinend normal.

Das Resultat dieser Arbeit glaube ich schliesslich noch in folgende Sätze zusammenfassen zu können:

1. Die Carbon-Natron-Oefen entwickeln soviel Kohlenoxyd, dass man in geschlossenen Räumen von einer Grösse bis zu 100 ^{cbm} in dem ganzen Raum das giftige Gas nachzuweisen im Stande ist.

2. In der Nähe des Ofens, sowie von der Kopfhöhe aufwärts im ganzen Raume ist das Kohlenoxyd in solcher Concentration vorhanden, dass es binnen wenigen Stunden Mäuse zu tödten im Stande ist.

3. Die Anbringung eines Gummischlauches in der Absicht, die Verbrennungsgase nach aussen zu leiten, ist bei der unzweckmässigen Construction des Ofens ohne jeden Einfluss auf die unter 1. und 2. erwähnten Thatsachen.

4. Die Heizvorrichtung muss daher, als eine das Leben und die Gesundheit in hohem Grade gefährdende, unbedingt verworfen werden.

Berlin, im Januar 1889.

[Aus dem pathologischen Laboratorium an der Kaiserlichen Universität Warschau.]

Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse über den Einfluss des Lichtes auf Bacterien und auf den thierischen Organismus.[1]

Von

Dr. med. **Johannes Baum**
in Warschau.

I.

Nachdem die alte Lehre von der Abiogenesis zu Grabe getragen war und diejenige von der Panspermie festen Boden gewonnen hatte, regte sich der menschliche Geist, um auf Mittel zu sinnen, welche für die allverbreiteten, ungemein lebenszähen Bacterienkeime verderblich sein würden. Diesem Streben verdankt die Antisepsis ihr Dasein.

Schon verhältnissmässig recht früh haben die Forscher ihre Aufmerksamkeit dem Einflusse des Lichtes auf Mikroorganismen zugewandt.

---

[1] Diese Abhandlung ist als Einleitung zu einer Reihe von Mittheilungen zu betrachten, welche den Einfluss des Lichtes auf die Tagesschwankungen im Allgemeinbefinden des Kranken bei manchen fieberhaften Infectionskrankheiten zum Gegenstande haben sollen. Ich gedenke vor allen Dingen den Einfluss des Lichtes auf Bacterien von Neuem unter mannigfaltigen Variationen der Versuchsbedingungen experimentell zu prüfen. Ferner beabsichtige ich auch klinisch die Wirkung des Lichtes auf den inficirten Organismus zu untersuchen. Behufs Ausführung dieses Vorhabens habe ich mich an Hrn. Prof. Dr. S. M. Lukjanow hierselbst gewandt, welcher in freundlichster Weise meiner Bitte entgegenkam, indem er mir die Räume seines Laboratoriums zur Verfügung stellte und mir bei dieser Arbeit anweisend und leitend beistand.

Am 18. October 1877 legten die Engländer Downes und Blunt[1] der „Royal Society of London“ ihre Arbeit vor unter dem Titel: „Researches on the Effect of Light upon Bacteria and other Organisms.“ Die hauptsächlichsten Resultate fassen die genannten Autoren in folgende sieben Sätze zusammen:

1. Das Licht übt einen schädigenden Einfluss aus auf die Entwickelung von Bacterien und übrigen mikroskopischen Pilzen, welche mit Fäulniss und Zersetzung einhergehen; seine Wirkung auf die letzterwähnten Organismen ist augenscheinlich minder heftig, als auf die zuerst genannten.

2. Unter günstigen Bedingungen verhindert das Licht die Entwickelung der angeführten Mikrobien gänzlich, unter weniger günstigen vermag es dieselbe nur zu verzögern.

3. Die directen Sonnenstrahlen sind, wie es zu erwarten war, in dieser Beziehung am mächtigsten, doch wohnt die schädigende Eigenschaft auch dem diffusen Lichte inne.

4. Sofern die angestellten Versuche zu urtheilen gestatten, scheint die soeben erwähnte Eigenschaft vornehmlich, aber nicht allein, den am meisten brechbaren Strahlen des Spectrums zu gehören.

5. Die Culturflüssigkeit büsst durch Insolation an ihrem Nährwerthe gar nichts ein.

6. Die in der Nährflüssigkeit vorhandenen Keime können durch alleinige Einwirkung des Lichtes getödtet werden, wodurch eine fäulnissfähige Flüssigkeit vollkommen steril gemacht wird.

7. Das Licht vermag die Auskeimung der im luftleeren Raume befindlichen Sporen nicht zu verhindern.

Die Methodik der Downes-Blunt'schen Versuche kann folgendermassen resumirt werden.

Als Nährboden wurde vorwiegend die neutralisirte Pasteur'sche Lösung gebraucht. Sie enthielt auf 1500 Th. Wasser 70 Th. Candiszucker, 4 Th. Weinsteinsäure, 4 Th. Ammoniumnitrat, 0·6 Th. Kaliumcarbonat und 1 Th. Ammoniumphosphat. Ausserdem sind zur Anwendung gekommen: frischer Urin, Heuinfus, Runkelrübenaufguss und mit Wasser verdünnter Syrup. Als Versuchsobjecte dienten zufällig in die Culturflüssigkeit hineingerathene Keime, also vorwiegend Dauerformen. Mitunter aber wurde mittelst eines Glasstäbchens ein Tropfen faulender bacterienreicher Flüssigkeit in's Nährmedium übertragen, also auch Wuchsformen insolirt. Nachdem gewöhnliche Probirgläser mit Hülfe starker Schwefelsäure und Wasser gereinigt waren, wurde unter dieselben eine der angeführten Lösungen vertheilt. Fest anliegende Bleikapseln, häufiger aber Wattepfröpfe, dienten zum Verschluss

[1] *Proceedings of The Royal Society of London*, 6. Dec. 1877, Vol. XXVI. p. 488.

der erwähnten Gefässe. Die so hergerichteten Objecte sind behufs Insolation jenseits des süd-östlich gelegenen Fensters untergebracht worden. Um den alleinigen Effect der Wärmestrahlen zu erfahren, also ihre Mitwirkung bei der Besonnung eventuell ausschliessen zu können, wurden einige der genannten Probirgläser sorgfältig in Bleipapier eingehüllt, mithin nur dem Einflusse des Lichtes, nicht aber demjenigen der Wärme und der sonstigen Bedingungen entzogen. Sowohl die eingehüllten als auch die entblössten Gläser verblieben an ihrem Standorte Tage, Wochen, ja Monate lang bei Tag und Nacht. Sie empfingen directes Sonnenlicht nur binnen weniger Stunden. Das Trübewerden der Culturflüssigkeit galt den Verfassern als das sicherste Mittel zur Feststellung der stattgehabten Auskeimung von Sporen, wiewohl sie sich zu diesem Ende häufig auch des Mikroskops bedienten. Um zu erfahren, ob die insolirten Mikroorganismen resp. ihre Sporen durch das Licht getödtet oder nur in ihrer Auskeimung und Vervielfältigung gehemmt wurden, eliminirte man durch Einwickeln der exponirten Gefässe in Bleipapier den ferneren Einfluss desselben. Blieb die Flüssigkeit auch dann vollkommen klar, so soll damit der Beweis erbracht worden sein, dass die Sporen durch das Licht vernichtet worden sind.

Ausser den bereits am Anfange aufgezählten Ergebnissen sind im Laufe der in Rede stehenden Versuche noch folgende Beobachtungen von Downes und Blunt gemacht worden.

Die Maisonne verhindert nicht allein die Auskeimung der Sporen, sondern verzögert auch die Vermehrung der Vegetationsformen: die durch Bacterien ein wenig getrübte Nährflüssigkeit blieb bei Insolation in statu quo, wogegen die Trübung der in Bleipapier eingewickelten allmählich wuchs.

Die am 10. Juli belichtete Pasteur'sche Lösung, welche spontan inficirt war, ist nach neunstündiger Exposition vollkommen sterilisirt worden. Directes Sonnenlicht hat in diesem Falle nur $3^1/_2$ Stunden lang eingewirkt.

Es wurde ferner constatirt, dass das diffuse Licht die Auskeimung der Sporen in Pasteur'scher Solution von der Anfangs angegebenen Concentration zu verhindern nicht im Stande ist; dies fände statt erst in einer mindestens zwei Mal stärkeren Lösung. Es kann indess nicht verschwiegen werden, dass Objecte, welche zu Aufstellung dieser Behauptung Veranlassung gaben, am 24. Juni durch 20 Minuten von den directen Sonnenstrahlen beschienen wurden.

Gegenüber dem auf ähnliche Weise insolirten Urin, Heuinfus und Runkelrübenaufguss war das Verhalten des Lichtes ein gleiches. Auf die Thätigkeit des durch Hefe producirten „indirecten Ferments“ scheint dasselbe keinen nachtheiligen Einfluss zu haben. Etwas Hefeinfus, vier oder fünf Mal filtrirt, wird mit Syrup, welcher zuvörderst mittelst Fehling'scher Solution geprüft wurde, versetzt und in zwei Reagensgläser eingegossen, von denen das eine auf übliche Weise geschützt, das andere aber entblösst durch zwei Stunden dem Einflusse des Sonnenlichtes ausgesetzt wurde. $^3/_4$ Stunden lang wirkten die directen Strahlen ein. Im ersten Falle sind 25 Th. Fehling'scher Lösung durch 112 Th., im zweiten durch 110 Th. der geprüften Mischung reducirt worden. Die constatirten Differenzen liegen daher innerhalb der Grenzen eines Versuchsfehlers.

Um den wirksamen Theil des Sonnenspectrums zu bestimmen, wurden die mit Pasteur'scher Flüssigkeit beschickten Probirgläser in Kästchen gestellt, welche aus rothem, gelbem, blauem oder farblosem Glase gemacht waren. Spectroskopisch ist das verwendete Glas nicht geprüft worden. Ausserdem stellten die Verfasser dadurch gelbes Licht her, dass sie in weite Probirgläser, welche Pikrinsäurelösung von verschiedener Concentration enthielten, solche von kleinerem Durchmesser placirten. Im Inneren der letzteren befanden sich die Versuchsobjecte. Nur destillirtes Wasser und das schwächste Gelb haben die störenden Elemente des Lichtes hindurchgelassen.

Zur Entfernung der Luft aus den Reagensgläsern diente die Luftpumpe, womit zwar kein Vacuum, immerhin aber eine derartige Luftverdünnung erzeugt wurde, dass positive Resultate damit erreicht werden konnten.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass die benutzten Probirgläser etwa $^1/_3$ bis $^2/_3$ englischen Zoll im Diameter massen. Die Höhe, bis zu welcher die insolirte Flüssigkeit in denselben reichte, wird nicht angegeben. Die Temperaturschwankungen sind nicht verzeichnet.

An demselben Abend, an welchem die eben referirte Arbeit in der „Royal Society“ zur Vorlesung kam, also am 6. December 1877, hat Warrington[1] in der „Chemical Society of London“ über seine Versuche berichtet, welche den Nitrificationsprocess betrafen. Er stellte fest, dass die Salpeterbildung nur im Dunkeln erfolge. Es hatte sich unter Lichtabschluss nach 2 bis 3 Monaten reichlich Salpetersäure gebildet, in der im Lichte gelassenen Portion aber war keine aufgetreten.

Nach Schlösing und Müntz[2], erfolgt die Nitrification gleichviel ob im Licht oder im Dunkeln, doch leider ist diese Annahme durch quantitative Versuche nicht bewiesen worden.

Im folgenden Jahre stellte auch Soyka[3] darüber Versuche an. „Zwei Röhrchen mit Kies wurden in gleicher Weise mit Harn beschickt, nur war das eine mit einer ziemlich dicken Russschicht überzogen und diese auf ihm fixirt; der zu dieser Röhre gehörige Harn befand sich in einer ähnlich berussten Flasche, in welche die Röhre hineinragte, und wurde hier, um auch den Lichteinfluss beim Aufgiessen zu vermeiden, der Harn täglich von unten nach oben aufgesaugt; das Ganze wurde an einem dunkeln Orte aufbewahrt. Es trat nun deutlich hervor, dass die Abhaltung des Lichtes den Beginn der Nitrification um eine, allerdings nicht erhebliche Zeit (2 bis 3 Tage) verzögere, dass jedoch nach einmal begonnener Nitrification dieselbe energischer vor sich gehe, d. h. dass unter sonst ganz gleichen Bedingungen mehr Stickstoff nitrificirt werde.“

---

[1] *Chemical News.* 14. Dec. 1877.

[2] Sur la nitrification par des ferments organisés. *Comptes rendues hebdomad. des séances de l'académie des sciences.* 1877. t. LXXXV. p. 1018.

[3] Ueber den Einfluss des Bodens auf die Zersetzung organischer Substanzen. *Zeitschrift für Biologie.* 1878. Bd. XIV. S. 466.

Ende 1878 haben Downes und Blunt[1] eine zweite Arbeit über den uns hier interessirenden Gegenstand publicirt.

Es wurde darin wiederum des Einflusses monochromatischen Lichtes auf die Entwickelung der Mikroorganismen gedacht.

Das zur Anwendung gekommene rothe, blaue und gelbe Glas ist diesmal zuvörderst spectroskopisch geprüft worden. Es zeigte sich dabei, dass das blaue Glas violette, blaue und einen Theil grüner Strahlen durchlässt, das gelbe aber für alle Strahlen mit Ausnahme der violetten und der Hälfte der blauen transparent ist. Das rothe hingegen erwies sich als nahezu einfarbig, da nur rothe und orangerothe Strahlen dasselbe passiren konnten.

Die Temperatur in den belichteten Glaskästchen schwankte zwischen 21 und 27 ^{0} C. und ist im rothen Lichte etwa um 1·1 ^{0} C. höher gewesen, als in Probirgläsern, welche in Bleipapier eingehüllt waren. Der Temperaturunterschied bei den übrigen Glassorten war ungemein klein: die Differenz zwischen der Temperatur in blauen und weissen Strahlen betrug weniger als einen halben Grad.

In Bezug auf den Einfluss des homogenen Lichtes geben die Verfasser an, dass zuerst die in Bleipapier eingewickelten eine Trübung erfuhren; ihnen folgten die rothen und bald darauf die gelben; die hinter dem farblosen und blauen Glase befindlichen Probirröhrchen erlitten keine Aenderung. Die Thatsache, dass im rothen Lichte die Mikrobien später auftreten, als im Dunkeln, zeigt zur Genüge, dass die rothen Strahlen des Spectrums gegenüber den Bacterien nicht vollständig inactiv sind. Dass aber der störende Einfluss des Lichtes vornehmlich von dem blauen und violetten Lichte abhänge, ist aus dem grossen Unterschiede zwischen dem Verhalten der Gefässe hinter dem blauen und gelben Glase ersichtlich, von welch' letzterem uns bekannt ist, dass es alle Spectralfarben hindurchlässt, ausgenommen die violetten und einen Theil der blauen.

Um zu bestimmen, welchen Antheil die Nährflüssigkeit an dem schädigenden Einflusse des Lichtes nimmt, wurden Mikrobien im destillirten Wasser insolirt. Eine Anzahl spindelförmiger Glasröhrchen, mit bestimmter Quantität recht concentrirter Pasteur'scher Lösung versehen, wurde an einem Ende geschlossen und so im Wasserbade gestellt, dass ihre offenen Enden das Wasserniveau ein wenig überragten. Nach anhaltendem, wiederholtem Aufkochen wurden die noch offen gebliebenen Enden ebenfalls zugeschmolzen. Behufs Entfernung der äusserlich anhaftenden Spuren der Culturflüssigkeit mussten die geschilderten Röhrchen sorgfältig mit Wasser abgespült werden. Schliesslich sind die so vorbereiteten spindelförmigen Gefässchen in Probirgläser hineingestellt worden, in welchen keimhaltiges destillirtes Wasser derart abgemessen war, dass beide Flüssigkeiten nach dem Aufbrechen der Spindelröhrchen mit einander vermischt Pasteur'sche Nährlösung von gewöhnlicher Concentration liefern würden. Vier auf solche Weise ausgerüstete Gefässe sind in Bleipapier eingewickelt, fünf ohne dasselbe belichtet worden. Ende Mai, also etwa nach einem Monat, brach eins der entblösst belichteten Spindelröhrchen zufällig entzwei und sein Inhalt

[1] On the Influence of Light upon Protoplasm. *Proceedings of The Royal Society of London.* 19. December 1878. Vol. XXVIII. Nr. 191. p. 199.

ergoss sich in das insolirte Wasser. Nach wenigen Tagen schon trübte sich die Mischung. Die übrigen Röhrchen wurden Ende Juli durch Anstossen gegen die Wand des Probirglases gebrochen — diesmal blieb die Mischung unverändert. Der Inhalt aller eingehüllt gewesenen Gefässe trübte sich nach dieser Manipulation ungehindert.

Die mit der Pasteur'schen Lösung gleichzeitig angestellten Versuche haben dargethan, dass die Einwirkung der Insolation hier viel früher, schon nach einigen Tagen, zur Geltung kommt, wogegen sie sich im destillirten Wasser viel später äussert.

Auch bei alleiniger Gegenwart von Luftfeuchtigkeit werden die Keime durch Besonnung getödtet. Am 15. April wurden vier Probirgläser mit destillirtem, aber nicht keimfreiem Wasser ausgespült, umgekehrt zum Trocknen hingestellt und darauf mit Watte geschlossen. Zwei von ihnen wurden unter Schutz von Bleipapier, zwei ohne dasselbe insolirt. Als am 1. Mai alle vier mit sterilisirter Pasteur'scher Flüssigkeit versetzt wurden, erschien nach etwa 14 Tagen in den ersten eine Trübung, wogegen in den letzterwähnten sich keine Entwickelung von Mikroorganismen kundgab.

Bei Belichtung 63procentiger Oxalsäurelösung haben die Verfasser eine Zersetzung derselben zu Wasser und Kohlensäure feststellen können. Sobald man aber die Luft aus den Gefässen auf irgend eine Weise entfernte, trat die Zersetzung nicht ein, woraus der Schluss gezogen wird, dass dieselbe auf Oxydation der Oxalsäure durch den Sauerstoff bei Gegenwart von Licht beruht, da der atmosphärische Stickstoff hierbei ausser Acht gelassen werden muss.

Wir haben gesehen, dass die im verflossenen Jahre mit Fermenten angestellten Versuche gezeigt haben, dass das Licht die Thätigkeit des sogenannten löslichen oder indirecten Fermentes nicht behindere; es fehlte aber eine Untersuchung der anhaltenden Wirkung der Insolation auf das Ferment selbst. Zu diesem Ende ist am 25. Juni etwas Wasser, in welchem Hefe macerirt wurde, durch doppelte Lage feinsten Filtrirpapiers hindurchgelassen worden. Um diese hefefreie Fermentlösung vor Fäulniss zu schützen, wurde Kochsalz bis zur Sättigung hinzugefügt, worauf sie theils eingehüllt, theils entblösst belichtet wurde. Am 19. Juli haben die Verfasser in eine Anzahl von Probirgläsern je 4·0 ^{grm} frischen Syrup eingegossen, dem entweder 0·4 ^{grm} der belichteten, oder aber eine gleiche Quantität derjenigen Fermentlösung folgte, welche vor Licht geschützt wurde. Nachdem diese Gefässe eine Zeit lang unter Glasglocke gestanden waren, bemerkte man, dass, während in den letzten keine wahrnehmbare Reduction der hinzugefügten Fehling'schen Lösung erzielt werden kann, in den ersterwähnten wird eine entsprechende Menge der genannten Lösung reducirt. Es geht daraus hervor, dass das Licht die specifischen Eigenschaften des geprüften Hefeferments vernichtet hat. Da diese Erscheinung in vacuo nicht eintritt, so wird gefolgert, dass es sich auch hier um eine durch das Licht angeregte Oxydation handle.

Um darzuthun, dass der schädigende Einfluss des Lichtes proportional der Quantität des vorhandenen Sauerstoffes ist, wurde folgendes Verfahren eingeschlagen. Es werden sechs Probirgläser mit einer um die Hälfte verdünnten Pasteur'schen Lösung gefüllt. Zwei von ihnen behalten ihre atmosphärische Luft, in zwei anderen wird nur $^{1}/_{20}$ des ursprünglich vor-

handenen Sauerstoffes zurückgelassen und die entfernte Luftmenge durch Stickstoff ersetzt. Die zwei übrigen werden mit reinem Sauerstoff gefüllt. Je eins dieser Gefässe ist in Bleipapier eingewickelt, die anderen ungeschützt insolirt worden. Nach zweitägiger Belichtung waren alle eingehüllten Gefässe getrübt. Nach zwei weiteren Tagen geschah dasselbe mit denjenigen, welche $^1/_2$, des atmosphärischen Sauerstoffs enthielten. Erst am nächsten Tage zeigte Trübung der Inhalt derjenigen Probirgläser, welche mit gewöhnlicher Luft ausgestattet worden. Gefässe, die mit reinem Sauerstoff gefüllt waren, blieben noch einige Tage unverändert, worauf in ihnen Torula aufgekommen war.

Der beobachtete Einfluss des Lichtes auf Mikroorganismen wird also nicht durch das Licht allein bedingt: dazu ist die Gegenwart von freiem Sauerstoff nothwendig. Die Folge dieses gemeinschaftlichen Einflusses soll eine allmähliche Oxydation des Protoplasmas der Mikrobien sein; es sind demnach die belebten Stoffe denselben Gesetzen unterworfen wie die leblosen. Es ist, meinen die Verfasser, kein Grund vorhanden, dieses Verhalten der Mikroorganismen, der einfachsten Form des Protoplasmas, als ein vereinzelt dastehendes anzusehen; es muss vielmehr angenommen werden, dass dasselbe eher der Ausdruck eines allgemeinen, für jedes lebende Protoplasma gültigen Naturgesetzes ist. Es sind auch Vorrichtungen bekannt, welche gegenüber diesen beiden Factoren dem Protoplasma Schutz gewähren. Hierher gehören z. B. die trübe oder undurchsichtige Beschaffenheit der Zellwand oder der Umhüllung, ferner die eigenthümlichen farbigen Substanzen, von denen die schädigenden Strahlen absorbirt werden, ausserdem eine bestimmte Anordnung von Zellen in Geweben, wobei nämlich die centralgelegenen von den peripheren Schutz erfahren. Auch das verschiedenartige Verhalten des Protoplasmas selbst dem Sauerstoff gegenüber wird hierher gezählt.

In Bezug auf die Beschreibung der Luftevacuation aus den Probirgläsern sei auf das Original verwiesen.

Durch die Arbeit von Downes und Blunt angeregt, nahm Tyndall[1] im Juni 1878 mit in die Alpen eine Anzahl hermetisch geschlossener Flaschen mit gekochtem Gurken- und Runkelrübenaufguss. Ein Theil dieser Gefässe geöffnet und mit bacterienhaltiger Alpenluft gefüllt, wurde theils während eines einzigen Sommertages, theils aber während mehrerer aufeinanderfolgender Tage dem vollen Sonnenlichte ausgesetzt. Nach beendeter Insolation in's Zimmer bei einer Temperatur von 21 bis 26° C. gestellt, wurden dieselben ausnahmslos trübe. Andere Flaschen, mit keimhaltigem Wasser inficirt, welches dem von schmelzenden Schneemassen

[1] Note of the Influence exercised by Light on Organic Infusions. *Proceedings of The Royal Society of London.* 19. December 1878. Vol. XXVIII. Nr. 191. p. 212.

gespeisten Wasserfall entnommen wurde, zeigten trotz vorgenommener Besonnung nach dreitägigem Aufenthalte in genanntem Zimmer ebenfalls eine Trübung.

Diese negativen Resultate bewogen Tyndall[1], gelegentlich seiner abermaligen Reise nach der Schweiz im Sommer 1881, die Insolationsversuche zu wiederholen.

Zu diesem Zwecke benutzte er pflanzliche und thierische Aufgüsse, die vor 2 resp. 3 Jahren von ihm in London bereitet und nach einem 3 bis 5 Minuten währenden Aufkochen in Flaschen hermetisch verschlossen wurden. Dieselben sind nun entweder mit Bachwasser oder mittels eines bacterienreichen Aufgusses inficirt und im Freien theils direct in die Sonne, theils aber in den Schatten gestellt worden. Es seigte sich, dass das Sonnenlicht einen ungünstigen Einfluss auf Entwickelung der in Rede stehenden Organismen ausübt, dass aber derselbe nur ein hemmender, kein vernichtender ist. Die den Sonnenstrahlen exponirten Gefässe blieben während der Einwirkung derselben unverändert klar, diejenigen, welche im Schatten standen, zeigten schon nach 24 Stunden deutliche Trübung. Sobald aber die ersteren aus dem Sonnenlichte in den Schatten gesetzt wurden, begannen die Bacterien sich in ihnen zu entwickeln. Die Sonnenstrahlen haben also nach Tyndall nur eine Lähmung der Bacterien hervorgebracht, die so stark ist, dass sie auch während der Nacht sich aus derselben nicht erholen können. Die bei Insolation wirkenden Bestandtheile des Sonnenlichtes müssen nach demselben Forscher nothwendiger Weise, sei es durch die Flüssigkeit, sei es durch die Mikroorganismen, oder auch durch beide zugleich, absorbirt werden, und es wäre höchst interessant zu erfahren, ob die Sonnenstrahlen auf dem Wege durch die belichteten Flaschen diese Eigenschaft nicht etwa einbüssen. Auch wäre zu erproben, ob man durch Belichtung der Fäulniss des Fleisches vorbeugen könne.

Die von Tyndall angegebenen Thatsachen stimmen mit denjenigen von Downes und Blunt nicht überein. Dieser Umstand veranlasste James Jamieson[2], eine Reihe von Versuchen in Melbourne anzustellen, über welche er am 13. Juli 1882 berichtete.

Etwa 30·0 ^{grm} fassende, mit Cohn'schem Nährsubstrat gefüllte Phiolen wurden mit geringer Menge einer bacterienhaltigen (B. termo) Flüssigkeit beschickt, worauf dieselben mit Watte verstopft jenseits des Fensters der

[1] On the Arrestation of Infusorial Life. *Nature.* 15. Septbr. 1881. Vol. XXIV. p. 466.

[2] The Influence of Light on the Development of Bacteria. *Nature.* 13. Juli 1882. Vol. XXVI. p. 244. — The Influence of Light on Bacteria. *Trans. and Proceed. of The Royal Society of Victoria* Vol. XX. p. 2—6.

Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt wurden. Einige Versuche sind an den wärmsten Tagen der Monate Februar und März, andere im April ausgeführt worden, also in einer Jahreszeit, welche dem Ende des Sommers und dem Herbste der nördlichen Halbkugel entspricht. Das benutzte Fenster empfing durch den grösseren Theil des Tages directes Sonnenlicht, in welchem die Temperatur von 51° C. einmal festgestellt wurde, was aber nicht als Maximum angesehen werden darf. An diesen recht warmen Tagen hat Jamieson die Angaben von Downes und Blunt in Bezug auf Abtödtung der Mikrobien und Persistenz der Schimmelsporen bestätigen können. Da er aber den Verdacht schöpfte, es mögen diese Erscheinungen nicht mit Licht, sondern mit Wärme zusammenhängen, so beschloss er seine Versuche an sonnigen, aber kühlen Tagen von Neuem anzustellen.

Die Anfangs April bei vorwiegend sonnigem, aber kühlem (Maximum 36° C. in der Sonne) Wetter vorgenommene Insolation zeigte, dass auch eine Exposition in directes Sonnenlicht nicht zerstörend auf Bacterien und deren Keime wirkt, wenn dieselben vor gleichzeitiger tödtlich wirkender Temperaturerhöhung geschützt werden.

Dass es Tyndall nicht gelungen war, seine Infuse durch Sonnenwirkung (Licht und Wärme) zu sterilisiren, macht Verfasser von dem Umstande abhängig, dass viel zu grosse Massen von Flüssigkeit insolirt wurden.

Kurz nach dem Erscheinen der eben referirten Mittheilung schrieb Downes[1] eine kurze Widerlegung der Behauptungen Jamieson's nieder. Der Inhalt derselben kann leider nicht wiedergegeben werden, da die Verhandlungen, in welchen sie publicirt wurde, mir nicht zugänglich waren.

E. Duclaux[2] war der erste, welcher mit Reinculturen bestimmter, ihm wohlbekannter Bacterien arbeitete. Der Zweck seiner Versuche, die er im Januar und Mai 1885 veröffentlichte, war zu erfahren, ob die Sonne einen verderblichen Einfluss auf die in der Luft suspendirten Keime ausübt.

Er zog zunächst den von ihm in seiner Arbeit über Milch beschriebenen Fermentbacillus Tyrothrix Scaber heran. Ein Tropfen einer Cultur desselben in Milch wurde im Momente der Sporenbildung mit üblicher Vorsicht auf den Boden eines Probirglases gebracht, welches mit Watte verschlossen war, so dass die Luft, nicht aber die in ihr befindlichen Sporen, freien Zutritt hatte. Nachdem der Tropfen in der Trockenkammer verdunstet war, wurde der zurückgebliebene sporenhaltige Fleck für die Dauer von 14, 30

[1] *Trans. and Proceed. of The Royal Society of Victoria.* Vol. XX. p. 1—2.

[2] Influence de la lumière du soleil sur la vitalité des germes des microbes. *Compt. rend. hebdomad. des séances de l'académie des sciences.* 12 Janvier 1885. tome C. p. 119. — Sur la durée de la vie chez les germes des microbes. *Ann. de chim. et de phys.* Mai 1885. 6. Ser. tome V. p. 57.

oder 60 Tagen an der gegen Süden gelegenen Mauerwand dem Einflusse der Sonne ausgesetzt. Nach Abschluss eines jeden Versuches wurden wenige Gramm einer angemessenen Nährflüssigkeit hineingegossen, um die Sporen, sofern sie noch am Leben waren, zur Auskeimung zu bringen.

Nach 14 tägiger Belichtung im August (1884) war an den Sporen, welche einer Milchcultur entnommen waren, noch kein Effect bemerkbar. Durch eine einmonatliche Insolation erfuhr ihre Auskeimung eine Verzögerung; nach einer zweimonatlichen (August und September) blieben von vieren zwei Probirgläser steril. Gleiche, aber vor Licht geschützte Sporen waren nach drei Jahren noch vollkommen entwickelungsfähig. An Keimen, welche aus der in Liebig'scher Bouillon angelegten Cultur herstammten, ist der Lichteinfluss viel rascher und deutlicher wahrnehmbar. Nach 15 tägiger Exposition ist nämlich von drei Probirgläsern eins, nach einmonatlicher von dreien zwei und nach zweimonatlicher alle steril geblieben.

Die Sporen von T. filiformis waren nach 35 tägiger (vom 25. August bis zum 3. October 1883) Insolation durch Herbstsonne getödtet, wogegen diejenigen des T. geniculatus sich resistenter erwiesen.

Im Allgemeinen widerstehen nach Duclaux die Dauerformen dem Einflusse des Lichtes besser als die Vegetationsformen. Der Grad der Widerstandsfähigkeit dieser Gebilde variirt je nach der Species — innerhalb einer Species aber je nach der Natur des Nährbodens und der Intensität des Lichtes.

Fast gleichzeitig, denn im Februar desselben Jahres, hat Arloing[1] seine Arbeit über „Influence de la lumière sur la végétation et les propriétés pathogénes du Bacillus anthracis" publicirt.

In einem kurzen historischen Rückblick constatirt der Verfasser, dass bis nun der Einfluss des Lichtes auf pathogene Mikrobien noch nicht untersucht worden ist. Arloing hat seine Versuche in einem dunklen Zimmer ausgeführt, wobei ihm als Lichtquelle eine grosse Gaslampe diente. Der Lampencylinder, aus undurchsichtigem Material hergestellt, liess mittelst einer winzigen Oeffnung ein kleines, $0 \cdot 02^{m}$ starkes Strahlenbündel durch. Eine Linse von ungefähr drei Dioptrien sammelte diese Strahlen und warf sie auf die zu prüfenden Culturen. Sollten irgend welche Strahlen des Spectrums ausgeschaltet werden, so stellte man zwischen Lichtquelle und Linse einen farbigen Schirm hinein, dessen Eigenschaften zuvörderst spectroskopisch untersucht worden sind. Das gelbe Licht wurde entweder durch eine Chlornatriumflamme oder einen Schirm aus Kalibichromatlösung geliefert.

Möglichst gleichartige Probirgläser mit farbloser Hühnerbouillon, zum Theile gefüllt, wurden entweder mit Sporen oder mit Scheinfäden von Bacillus anthracis beschickt und in den eigens dazu hergerichteten Brütschrank gestellt. Derselbe bestand aus zwei Kammern, von denen die eine dunkel, die andere aber für's Licht zugänglich und mit weissem Papier ausgeklebt war. Nach Vollendung eines jeden Versuches wurden die Culturen in feuchter Kammer untersucht.

[1] *Compt. rendus hebd. des séances de l'Académie des sciences.* 9 Février 1885. tome C. p. 378.

Es ergab sich, dass Culturen von Anthraxfäden sowohl im diffusen Lampenlichte, als auch in der Dunkelheit recht gut gedeihen. Durch intensives Gaslicht wird das Wachsthum derselben verzögert. Im Dunkeln ist die Sporulation intensiver als im rothen Lichte, und im rothen lebhafter als im weissen. Hinter einem Schirme von wässeriger Hämatoglobinlösung ist das Wachsthum der Fäden und die Sporenbildung viel üppiger als im weissen Lichte, in gelben Strahlen minder intensiv als in den rothen. Die blauen und violetten Strahlen sind sowohl für die Dauer- als auch für die Wuchsformen des untersuchten Mikroorganismus weniger günstig. Auf pathogene Eigenschaften desselben übt das weisse Gaslicht keinen merklichen Einfluss. Das gleiche gilt auch für die rothen Strahlen, wogegen die violetten eher die Virulenz zu steigern scheinen.

Inzwischen stellte sich Duclaux[1] die Aufgabe, den Einfluss des Sonnenlichtes auch an Kokken zu erproben, deren Dauerformen zur Zeit noch nicht bekannt sind.

Er untersuchte sechs Arten dieser Gebilde und zwar: den Micrococcus de Clou de Biskra, ferner Kokken, die er bei Furunculosis, Folliculitis agminata, Pemphigus und Impetigo contag. vorfand, und schliesslich denjenigen, welcher von ihm zu wiederholten Malen bei „nodosités rheumatismales“ im Blute und Harne gesehen wurde. Ueber die Ergebnisse seiner Arbeit hat Duclaux am 5. August 1885 der Pariser Akademie berichtet in dem Aufsatze: „Influence de la lumière du soleil sur la vitalité de micrococcus.“ Der Umstand, dass die Sonne zwar belichtend, aber auch zugleich erwärmend auf die in Luft suspendirten, oder an der Körperoberfläche von Thiercadavern deponirten Keime einwirkt, bewog den Verfasser, seine Versuchsobjecte dieser combinirten Sonnenwirkung zu unterziehen. Es wurde indess dafür gesorgt, dass das zwischen 30 und 40 ° C. gelegene Temperaturmaximum nicht überschritten werde, wiewohl bekanntlich in der Sonne zuweilen die Temperatur noch höher steigt. Der Genauigkeit halber muss noch hinzugefügt werden, dass die Insolation an einem nach Süden gelegenen Fenster stattfand, welches von 9 Uhr Morgens bis 1 Uhr Mittags, also täglich nur vier Stunden lang, directes Sonnenlicht empfängt.

Die jungen Culturen seiner Kokken, in neutraler Kalbsbouillon bei Lichtabschluss oder im diffusen Lichte conservirt, blieben mindestens über ein Jahr am Leben. Der milden Frühlingssonne (vom 4. Mai bis zum 13. Juni) konnten sie dagegen nicht länger als 40 Tage widerstehen. Im Juli genügte schon eine fünfzehntägige Exposition zur Tödtung derselben. Der Micrococcus de Biskra und derjenige vom Pemphigus, 5 bis 6 Monate im Dunkeln trocken aufbewahrt, sind nach achttägiger Insolation (zwischen 26. Mai und 3. Juni) zu Grunde gegangen. Im Juli genügten zu diesem Zwecke schon zwei bis drei Tage. Die angeführten Beobachtungen gelten auch für die übrigen, oben aufgezählten Gebilde.

[1] Influence de la lumière du soleil sur la vitalité de micrococcus. *Compt. rend.* 5 Août 1885. tome CI.

Demnach erliegen die Kokken viel rapider dem Lichte als Bacillen. Sie erwiesen sich im trockenen Material weniger widerstandsfähig als in einer Nährflüssigkeit.

Zum Schlusse erklärt Duclaux das Sonnenlicht für das verbreitetste, billigste und mächtigste Mittel zur Tödtung der Mikroorganismen, dessen sich sowohl die private als auch die öffentliche Hygiene zu bedienen habe.

Unterdessen hat Arloing[1] seine Untersuchungen über den Einfluss des Lichtes auf Anthraxbacillen und ihre Sporen fortgesetzt. Jetzt wählte er zur Lichtquelle das Sonnenlicht. Das Beobachtete theilte er am 24. und 30. August d. J. in zwei besonderen Aufsätzen der Akademie in Paris mit.

In Betreff der Technik ist Folgendes anzuführen: die Sonnenstrahlen wurden mittelst Heliostat aufgefangen und auf Versuchsculturen, welche im Thermostat placirt waren, gerichtet. Die Strahlen gelangten an ihren Bestimmungsort entweder direct, oder nachdem sie ein Diaphragma passirt haben, das aus einer farbigen Flüssigkeit hergestellt wurde. Sobald die Sonne den Horizont verlassen, übertrug Arloing die exponirten Culturen in Eiskeller, so dass, trotz der begünstigenden Dunkelheit, eine Fortentwickelung derselben nicht mehr möglich war. Als Nährsubstrat diente die, bei Besprechung seiner früheren Arbeit schon erwähnte farblose Hühnerbouillon. Die Keime sind jedesmal unmittelbar vor Beginn der Versuchsreihe in Bouillon übertragen und nach Beendigung derselben in dunklen Thermostat bei angemessener Temperatur gestellt worden. Gleichzeitig wurden Controlculturen unter Lichtabschluss im Thermostat gezüchtet bei einer Temperatur, welche derjenigen in der Sonne möglichst nahe kam.

Die zwischen dem 19. und 27. Juli bei 35 bis 39° C. vorgenommene, **zwei Stunden** dauernde Insolation reicht aus, um die Lebensfähigkeit der Sporen des Bacillus Anthracis gänzlich zu vernichten.

Haben die Sonnenstrahlen weniger als zwei Stunden eingewirkt, so tritt nur eine Verzögerung ihrer Lebensäusserungen ein. Dauerte z. B. die Insolation 4, 5 oder 6 Viertelstunden, so tritt die Entwickelung von Scheinfäden erst nach 16 bis 18, 30 oder 72 bis 96 Stunden ein. Bringt man dagegen die frisch inficirte Flüssigkeit ohne vorausgegangene Belichtung sofort in Thermostat, so kann man in ihr schon nach 8 bis 12 Stunden die ersten Spuren des Vegetationsprocesses wahrnehmen.

Die farbigen Strahlen erwiesen sich als wirkungslos. Dieselben wurden theils dadurch hergestellt, dass das Sonnenlicht auf dem Wege zum Thermostat ein parallelwandiges, mit monochromatischer Flüssigkeit gefülltes Glasgefäss zu passiren hatten, theils aber dadurch, dass die Probirgläser in entsprechende Theile des möglichst breit entfalteten Sonnenspectrums unmittelbar gestellt wurden. Im letzteren Falle sind die Gefässe nach vierstündiger Einwirkung

[1] Influence du soleil sur la végétabilité de spores du Bacillus anthracis. *Compt. rendus.* 24 Août 1885. tome CI. p. 511. — Influence du soleil sur la végétation, la végétabilité et la virulence des cultures du Bacillus anthracis. *Ebenda.* 31 Août 1885. p. 535.

homogener Strahlen bei einer Temperatur von etwa 32° C. in den dunklen Wärmeschrank (35° C.) versetzt worden. Am folgenden Tage zeigten sich in ihnen bereits Spuren beginnender Entwickelung, wogegen die Controlgefässe, welche ebenso lange den Einfluss des vollen Sonnenlichtes auszustehen hatten, vollkommen steril blieben. Daraus folgt nach Arloing, dass die schädigende Eigenschaft des Lichtes gegenüber den Anthraxsporen nur dem vollen, nicht zerlegten Sonnenlichte gehört und von der Intensität desselben abhängt. In Bezug auf den letzterwähnten Umstand bemerkt der Verfasser, dass es genügt, zwischen die Lichtquelle und das Versuchsobject wenige Centimeter dicke Schicht destillirten Wassers aufzustellen, damit die belichteten Gebilde fast ebenso gut gediehen, als ständen sie im Dunkeln oder hinter einem rothen oder blauen Schirme.

Wenn man nun die in Bouillon ausgesäeten Sporen 24 bis 48 Stunden im Thermostat bei günstiger Temperatur belässt, also erst zur Auskeimung bringt und aldann die entstandenen Scheinfäden bei Tage belichtet, bei Nacht aber auf's Eis stellt, so zeigt es sich, dass eine zweistündige Belichtung nicht mehr ausreicht, um ihr Leben zu vernichten, sondern dass dazu etwa 26 bis 30 Stunden nöthig sind, und zwar bei einer Temperatur von 30 bis 36° C.

Arloing constatirt ferner, dass, sobald die Muttercultur eine nicht tödtliche Insolation überstanden hat, die Entwickelung der nächsten Generation, je nach der Dauer der Exposition, eine mehr oder weniger erhebliche Verzögerung erfährt: mit anderen Worten, die Bouillon trübt sich dann weniger und die Trübung lässt auf sich länger warten. War z. B. die Muttercultur 4 bis 8 Stunden lang belichtet, so sind in der Tochtercultur vor Ablauf von 20 bis 24 Stunden keine deutlichen Zeichen stattgefundener Fortentwickelung zu bemerken. Nach einer 15- bis 20stündigen Insolation — nicht früher, als nach 36 oder 40 Stunden.

Auch erwiesen sich die Abkömmlinge insolirter Culturen weniger resistent gegenüber dem Sonnenlichte. Es genügt eine 9- bis 10stündige Belichtung zur vollkommenen Abtödtung einer Cultur, deren Muttercultur 25 Stunden lang dem directen Lichte ausgesetzt war. In einem anderen Falle, wo die Muttercultur eine 9stündige, die Grossmuttercultur eine 17stündige Insolation erlitten haben, war die Enkelcultur schon einer 10stündigen Sonneneinwirkung erlegen.

Neben den erwähnten Erscheinungen lässt sich an den Anthraxculturen eine Abnahme ihrer Virulenz unter dem Einflusse des Lichtes feststellen. Je nach der Dauer der Belichtung führen unsere Mikrobien, auf Meerschweinchen übertragen, immer später den tödtlichen Ausgang herbei. Etwa um die 30. Stunde der Insolation werden die Anthraxbacillen zu einer Art von Vaccins: die damit inficirten Meerschweinchen bleiben nicht nur am Leben, sondern acquiriren eine mehr oder weniger ausgesprochene Immunität. Durch farbige Strahlen lässt sich eine gleiche Abschwächung nicht erzielen.

In demselben Jahre suchte Nocard[1] die von Arloing constatirte relativ geringere Resistenz der Anthraxsporen gegenüber dem Lichte durch die Annahme zu erklären, dass das Licht seine Wirkung nicht auf Sporen,

[1] *Recueil de Médecine vétérinaire.* 1885.

sondern auf die während der Belichtung aus den letzteren ausgekeimten Fäden ausübe.

Anfangs December 1885 ergriff Downes[1] wiederum das Wort. Gelegentlich der sowohl mit directem als auch mit diffusem Sonnenlichte vorgenommenen Versuche, welche im Allgemeinen auf die bereits früher geschilderte Weise angestellt wurden und den schädigenden Einfluss der beiden erwähnten Lichtarten bestätigen, hat Verfasser recht interessante Temperaturbestimmungen gemacht. Es zeigte sich zunächst, dass während der Versuchsperiode (Juni, Juli und August) die Temperatur in den Sonnenstrahlen bis zu 60° C. gestiegen war, ja einmal sogar 71° C. erreicht hat. Es wurde ferner ermittelt, dass bei Belichtung mittelst directen Sonnenlichtes die Temperatur in den durch Bleipapier geschützten Gefässen bei 38° C. um 2·5° C. höher war als in denjenigen, welche ohne irgend einen Schutz besonnt wurden. Bei Versuchen mit diffusem Licht (September und October) und niedriger Temperatur (17·8 bis 2·0° C.) wurde entgegengesetztes Verhältniss constatirt: das Maximum-minimum-Thermometer, dessen Kugel in Bleipapier eingehüllt war, zeigte eine niedrigere Temperatur, das entblösst belichtete eine höhere, doch betrug die Differenz nicht über 1° C.

Der 26 Seiten starke Aufsatz von Arloing,[2] welcher im April 1886 erschien, enthält neben einer kurzen Einleitung die Wiederholung des Inhaltes seiner früheren Arbeiten. Nur in §§ 3 und 4 stossen wir auf einige uns noch unbekannte Thatsachen.

An der Hand zahlreicher Versuche bestätigt Verfasser seine frühere Angabe, dass, sobald die Sonnenstrahlen eine 2 ^{cm} dicke Schicht destillirten Wassers zu passiren haben, um an die Cultur zu gelangen, dieselbe der Insolation ungeachtet sich fast ebenso gut entwickelt, als hinter einem rothen oder blauen Schirme. Durch allmähliche Verkleinerung des Durchmessers der erwähnten Wasserschicht liesse sich ein Diaphragma construiren, welches die vollständige Sterilisation der insolirten Cultur zuliesse.

Doch bei Weitem nicht alle Flüssigkeiten verhalten sich in dieser Beziehung dem destillirten Wasser ähnlich. Bei dreimaliger Anwendung concentrirter Alaunlösung hat Arloing zweimal ein vollkommenes Zugrundegehen der Sporen, einmal eine 24stündige Aufschiebung ihrer Auskeimung in Folge von Belichtung eintreten sehen. Die Differenz im Verhalten beider Flüssigkeiten ist um so mehr auffallend, als dieselben gleiche Transparenz zu besitzen scheinen.

[1] On the Action of Sunlight on Mikroorganismus etc., with a Demonstration of the Influence of Diffused Light. *Proceedings of The Royal Society of London.* 14. January 1886. Vol. XL. p. 14.

[2] Influence de la lumière blanche et de ses rayons constituants sur le développement et les propriétés du bacillus anthracis. *Archives de physiologie normale et pathologique.* 1886. tome VII. Nr. 3. p. 209—235.

Im darauffolgenden Abschnitte tritt Arloing der Behauptung von Nocard entgegen.

Um zu beweisen, dass die Sporen selbst dem Einflusse des Lichtes erliegen, hat der genannte Forscher folgendermassen verfahren. Da je dünner die insolirte Flüssigkeitsschicht ist, desto schneller ihre Sterilisation gelingt, wurden statt der üblichen Kolben und Probirgläser plattgedrückte Gefässe gebraucht. Die in ihnen enthaltene inficirte Flüssigkeitsschicht war 2 bis 3 ^{mm} dick. Die erwähnten Gefässe wurden auf Eis gestellt und mittelst elektrischer Lampe belichtet. Die Sterilisirung der geprüften Flüssigkeit gelang vollständig.

Zum Schlusse recapitulirt Verfasser mit kurzen Worten die von ihm ermittelten Thatsachen:

1. Das Gaslicht schädigt in leichtem Grade das Wachsthum des Milzbrandbacillus.

2. Das Licht der Sommersonne unterdrückt rasch den Auskeimungsprocess der Sporen, wenn die Sonnenstrahlen leicht in das Innere der Culturflüssigkeit dringen können.

3. Das Licht der Sommersonne verringert stufenweise die Wachsthumsfähigkeit der Milzbrandfäden und vermag, ebenso sicher wie die Wärme, die Culturen in eine Reihe von Vaccins umzuwandeln.

4. Diese Wirkungen sind nur durch das volle Licht, nicht durch irgend eine der constituirenden Strahlensorten zu erhalten.

5. Die Wirkungen stehen im geraden Verhältniss zur Intensität des Lichtes und zur Durchsichtigkeit der Nährmedien.

6. Das Licht ist ein sehr wichtiges biologisches Agens in dem Leben der Mikrobien.

7. Das Licht ist wahrscheinlich ein Abschwächungsmittel für noch mehrere andere, wenn nicht für alle virulente Mikrobien.

Um die Annahme von Nocard experimentell zu begründen, hat Strauss[1] in demselben Jahre Anthraxsporen in keimfreiem destillirten Wasser dem Sonnenlichte exponirt.

Nach einer neunstündigen Insolation waren die zur Controle gleichzeitig in Bouillon belichteten Sporen todt, wogegen die im Wasser insolirten, in Bouillon übertragen, sporenhaltige Culturen lieferten. Diese Erscheinung erklärt der Verfasser folgendermassen. Die Sporen finden im destillirten Wasser die nöthige Nahrung nicht, in Folge dessen sie darin als Dauerformen weiter existiren und ihre wohlbekannte Resistenz auch dem Lichte gegenüber behaupten. In Bouillon fangen sie aber des einwirkenden Lichtes ungeachtet sofort zu keimen an, und die ihnen soeben entsprossenen zarten Scheinfäden erliegen dem Einflusse der Sonnenstrahlen.

---

[1] *Société de Biologie.* 1886. p. 473.

In seiner ebenfalls 1886 erschienenen „Biologischen Spaltpilzuntersuchung“ führt A. Lübbert[1] die Versuche an, welche von ihm am Staphylococcus pyogenes aureus behufs Prüfung desselben auf Lichtreaction angestellt wurden.

Gleichweite Reagensgläschen mit je 7 ^{ccm} 5 procentiger schwach alkalischer F.-P.-Gelatine beschickt, sind mit möglichst gleicher Quantität einer Reincultur des obigen Mikrobions inficirt worden. Es war dabei nach Möglichkeit auch für eine gleiche Vertheilung des Impfmaterials (gleichgrosse Impfflecke) Sorge getragen. 20 auf diese Weise hergestellte Probirgläser wurden in vier Gruppen zu je fünf getheilt. Die Gruppe I kam in einen geschwärzten Kasten. Die Gruppe II wurde in einen Behälter gestellt, dessen doppelte gläserne Wandung eine Lösung von chromsaurem Kali enthielt. In Gruppe III sind die Lichtstrahlen durch eine Lösung von Kupferoxydammoniak durchgelassen worden. Die Gruppe IV wurde frei in einem Reagensgläschen placirt. Alle vier Gruppen sind nahe dem Fenster des Laboratoriums gestellt worden, und zwar so, dass sie gleichlang das Sonnenlicht empfingen. Die Temperatur schwankte zwischen 14 bis 16° C. „Nach zehn Tagen zeigte sich für alle ein durchaus gleichmässiges Wachsthum in gleich tiefgehender Verflüssigung der Gelatine und gleicher Intensität der Färbung des zwischen festem und flüssigem Theil des Nährbodens befindlichen Sedimentes.“

„Obwohl nun diese Versuche des Oefteren wiederholt wurden, so zeigten sie doch niemals irgend welche Differenzen im Wachsthum, und ergab sich auch bei einer vier Monate später vorgenommenen Abimpfung, dass trotz dieses langen Belassens in den verschiedenen Beziehungen zum Sonnenlicht allen Culturen eine gleiche Wachsthumsenergie gewahrt war. Auch im mikroskopischen Bilde und im Verhalten zu Farbstoffen konnten zu keiner Zeit irgend welche Beobachtungen gemacht werden, die eine Gruppe einer anderen gegenüber differenzirt hätten.“

Am 25. Februar 1887 ist eine Uebersicht von Duclaux[2] veröffentlicht worden, in welcher die bis dahin erschienenen bezüglichen Arbeiten besprochen werden.

Angesichts der Thatsache, dass das Licht auf den grössten Theil organischer Körper chemische Wirkung ausübt, gelangt Duclaux zur Ansicht, dass der Tod der Bacterien, welche in einer Nährflüssigkeit belichtet werden, entweder durch Oxydation des Nährbodens oder der Substanz der Mikrobien selbst, oder schliesslich beider zugleich, erklärt werden müsse.

Neue Thatsachen enthält der citirte Aufsatz nicht. Seine Schlussfolgerung lautet: die hygienische Wirksamkeit des Lichtes ist an die

[1] *Der Staphylococcus pyogenes aureus und der Osteomyelitiscoccus.* Würzburg 1886. (S. 14, Verhalten zum Licht.)

[2] *Annales de l'institut Pasteur.* 25 Février 1887. Nr. 2. p. 88.

Gegenwart von Sauerstoff gebunden. Man lasse daher Luft und Sonne überall reichlich eintreten.

Recht bald darauf wurde eine Mittheilung von Arloing[1] unter dem Titel: „Les spores du Bacillus anthracis sont réellement tuées par la lumière solaire“ publicirt.

Um die Haltlosigkeit der Nocard-Straus'schen Deutung darzuthun, hat Verfasser ausser der bereits erwähnten Belichtung mittelst elektrischen Lichtes der auf Eis gestellten Bouillon noch folgende Versuche angestellt:

Er inficirte mit Anthraxsporen eine Serie Pasteur'scher Kolben (mit Bouillon gefüllt) und setzte dieselben im Freien der Februarsonne aus, theils einfach, theils aber auf einem Eisblock. Im ersten Falle betrug die Temperatur höchstens + 11° C., im zweiten war dieselbe nicht über + 4° C. gegangen. Die Insolation dauerte fünf Stunden, wonach alle Sporen vernichtet waren. An eine stattgefundene Auskeimung kann selbstverständlich hier nicht gedacht werden.

Um Beweise zu erbringen, dass die verhältnissmässig höheren Temperaturen allein nicht schädigend auf Culturen einwirken, hat Verfasser die mit sporenhaltiger Bouillon beschickten Kolben im Wärmeschrank über $4^1/_2$ Stunden lang bei 50° C. belichtet und darauf bei 35° C. im Dunkeln weiter gezüchtet, worauf keine Entwickelung von Scheinfäden zu sehen war. In den Controlgefässen, welche, vor Licht geschützt, derselben Temperatur gleich lang ausgesetzt waren, fand eine üppige Auskeimung statt.

Die Sporen werden auch im Wasser vom Sonnenlichte getödtet, allein es ist dazu eine viel längere Zeit nöthig. Im Februar beträgt dieselbe mehr als fünf Stunden.

Aus dem Gesagten folgt, dass Anthraxweiden durch Entfernung alles dessen, was den Boden beschattet, assanirt werden können.

Im Septemberhefte der Pasteur'schen *Annalen* finden wir die recht interessanten Versuche von Roux[2] beschrieben.

Im Humor aqueus des Ochsenauges wird mittelst eines Tropfens Blut, welches Anthraxbacillen enthält, eine sporenhaltige Stammcultur angelegt und dieselbe nach zehntägiger Züchtung, behufs Abtödtung der Vegetationsformen, durch zehn Minuten der Einwirkung einer Temperatur von 95° C. 70°C unterworfen. Ein Tropfen der genannten, fast klaren Culturflüssigkeit, in der nur Dauerformen am Leben geblieben sind, wird unter üblichen Cautelen auf dem Boden des sterilisirten Probirglases deponirt, worauf dasselbe zugeschmolzen wurde. Gleichzeitig werden Capillarröhrchen mit derselben Culturflüssigkeit gefüllt und an ihren beiden Enden über der Flamme ebenfalls luftdicht geschlossen. Demnach sind im ersten Gefässe neben dem Culturtropfen noch 20 ccm Luft vorhanden, wogegen die letztgenannten Röhrchen keine Luft enthalten. Die so präparirten Gefässe wurden nun dem Einflusse

[1] *Compt. rendus.* 7 Mars 1887. t. CIV. p. 701.

[2] De l'action de la lumière et de l'air. *Annales de l'institut Pasteur.* 25 Sept. 1887. Nr. 9. p. 445.

der Julisonne ausgesetzt bei Temperatur, welche 39° C. nicht überstieg. Um das Erwärmen der Versuchsobjecte wenigstens durch reflectirte Wärmestrahlen nach Möglichkeit zu meiden, sind dieselben fern von irgend einer Mauer, am Faden frei in der Luft suspendirt worden. Nach Beendigung der Insolation wurde ein Probirglas und gleichzeitig auch ein Capillarröhrchen geöffnet, dem ersten nicht insolirte Bouillon hinzugefügt, der Inhalt des zweiten in gleiche, ebenfalls nicht belichtete Bouillon hineingegossen und beide Culturen bei 37° C. im Thermostat gezüchtet. Es stellte sich dabei heraus, dass die Sporen, bei freiem Luftzutritt insolirt, viel rascher dem Einflusse des Lichtes erliegen. Die dazu nothwendige Zeit schwankt, je nach Intensität desselben, zwischen 54 und 29 Stunden. Dagegen waren die bei Luftabschluss belichteten Sporen noch nach 83 Stunden auskeimungsfähig.

Hatte Roux sporenhaltige Bouillon bei freiem Luftzutritt und solche bei vollkommenem Luftabschluss gleichzeitig während einiger Stunden besonnt, so zeigte sich, als letztere nach vollendeter Belichtung in ein Gefäss kam, in welches die Luft durch einen Wattepfropf freien Zutritt hatte, und beide Flüssigkeiten alsdann in Thermostat gebracht wurden, dass die Sporen in der letzten wohl auskeimten, nicht aber in der ersten.

Ferner hat Roux dargethan, dass, sobald man sterilisirte Bouillon 3 bis 4 Stunden lang bei ungehindertem Luftzutritt belichtet und darauf sofort mit Sporen beschickt, dieselben in ihr nicht auskeimen.

Befindet sich aber die Bouillon während der Insolation in einer Kohlensäureatmosphäre oder im luftleeren Raume, so wachsen die übertragenen Sporen zu Scheinfäden ungehindert aus.

Demnach haben unter Einwirkung des Lichtes und der Luft im Nährmedium chemische Veränderungen stattgefunden, welche den Auskeimungsprocess aufhalten. Die Sporen sind weder nach zweistündiger, noch nach sechsstündiger Insolation getödtet, denn es genügt, dieselben in eine identische, aber nicht insolirte Bouillon zu versetzen, um sie darin vegetiren zu sehen. Die Auskeimung wird um so mehr verzögert, je länger die Sporen belichtet worden, oder je länger sie mit der insolirten Bouillon in Contact verblieben.

Wenn wir in Bouillon, welche durch Lichteinfluss modificirt ist, Wuchsformen des Anthrax übertragen, so vermehren sie sich anstandslos darin.

Die Form der Gefässe ist auch nicht gleichgültig. In einer Phiole mit freiem Luftzutritt, in welcher die mit Sporen inficirte Bouillon in einer dünnen Schicht am Boden vertheilt ist, war bereits nach zweistündiger Insolation die Auskeimung nicht mehr eingetreten. In einem längeren vollgefüllten Probirglase können sich dieselben bei gleichen Verhältnissen bedeutend länger am Leben halten, ohne dass die nutritiven Eigenschaften der Bouillon oder die vegetativen der Sporen merklich alterirt wären, da die Luft dann von einer nur wenig umfangreichen Oberfläche aus einwirkt und nur langsam in die Tiefe dringt.

Die antiseptischen Eigenschaften des Lichtes können dadurch gesteigert werden, dass man leicht oxydirbare Substanzen, z. B. Glucose, der Bouillon hinzufügt.

Die durch Licht veränderte Bouillon kann indess ihre früheren Eigenschaften zurückgewinnen, sobald man sie in diffusem Lichte oder in Dunkelheit eine Zeit lang belässt.

Es ist wahrscheinlich, dass in einem dem Sauerstoffe gegenüber weniger empfindlichen Nährsubstrate, z. B. albuminösen, die Sporen trotz der Insolation auskeimen und sich weniger vergänglich zeigen werden.

Sporen, welche, in insolirte Bouillon übertragen, nicht auskeimen, behalten noch lange Zeit ihr Leben, denn, selbst nach zwölf Tagen in gewöhnliche Bouillon gebracht, wachsen sie, zwar langsam, aber immerhin noch aus.

Die bei Luftabschluss vorgenommene Belichtung übt auf die Virulenz der Anthraxsporen keinen Einfluss.

Ferner muss angeführt werden, dass zu den erwähnten Versuchen Roux leicht alkalische, recht schwach gefärbte Kalbsbrühe gebrauchte, welche aus 1 Th. Fleisch und 2 Th. Wasser vorbereitet wurde. Die zur Insolation verwendete Flüssigkeitsmenge erhob sich etwa 5 ^{mm} über den Boden des Gefässes.

Das Beobachtete drückt der Verfasser zum Schlusse mit folgenden Sätzen aus:

1. Die Sporen des Anthrax widerstehen dem Sonnenlichte im feuchten Nährmedium eine lange Zeit (länger als 2 oder 6 Stunden).

2. Sie werden viel rascher getödtet, wenn sie der gemeinschaftlichen Einwirkung des Lichtes und der Luft ausgesetzt werden.

3. Die Bouillon, welche durch den oxydirenden Einfluss des Lichtes modificirt wurde, hemmt die Auskeimung der Sporen, nicht aber die Vegetation der Scheinfäden, weshalb es den Anschein hat, als ob

4. die Widerstandsfähigkeit der Sporen des Bacillus anthracis dem Lichte gegenüber geringer sei als diejenige der Fäden.

Am 25. December dess. J. hat Arloing[1] in einem offenen Briefe an Duclaux einige Bemerkungen niedergelegt, welche die Arbeit von Roux betreffen.

Dass die Sporen durch den Sonneneinfluss getödtet werden, steht nach Arloing fest, die dazu nothwendige Zeit wird aber ausser den genannten Factoren noch durch die Qualität des Nährbodens bedingt. Die Rolle des Lichtes ist dabei ausschlaggebend, die Gegenwart von Luft unbedingt nöthig.

Vor Kurzem ist in Lyon die auf Arloing's Anregung und unter dessen Leitung von G. Gaillard verfasste Abhandlung[2] erschienen, in welcher über Insolationsversuche berichtet wird, die an einer Anzahl von Mikroorganismen unternommen wurden. Es kamen zur Untersuchung: Bacillus fluorescens, Staphylococcus pyog. aureus, Micrococcus prodigiosus, Bacillus anthracis und B. typhosus, Penicillium glaucum, Oidium albicans und schliesslich die sog. Rosahefe. In Bezug auf die Technik bietet die erwähnte Arbeit nichts Neues dar. Die Ergebnisse fasst Gaillard in nachstehende Sätze zusammen:

[1] *Annales de l'institut Pasteur.* 25 Déc. 1887. Nr. 12. p. 595.

[2] *De l'influence de la lumière sur les Micro-Organismes.* Lyon 1888.

1. Das Sonnenlicht regt die Beweglichkeit gewisser Bacterien an, sobald es das Freiwerden des Sauerstoffes um dieselben bedingt.

2. Das Sonnenlicht ist der Production der Farbstoffe durch chromogene Mikrobien wenig günstig.

3. Die Bacterien im Allgemeinen und mehrere pathogene Bacillen und Mikrokokken im Besonderen (sowohl im Vegetations-, als auch im Dauerstadium) büssen unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen die Fähigkeit zur Fortentwickelung ziemlich schnell ein.

4. Die Raschheit, mit welcher ihre Vegetabilität schwindet, variirt je nach der Beschaffenheit des Nährmediums, von dem sie umgeben sind.

5. Durch die Insolation von bestimmter Dauer kann ihre Virulenz dermassen gemildert werden, dass sie nunmehr als Vaccins benutzt werden können (Bacillus anthracis).

6. Das Licht der Sonne begünstigt die Entwickelung mehrerer Arten von Schimmel und Hefe.

7. Die Wirkung des Lichtes wird durch die Gegenwart von Luft gesteigert, durch die Abwesenheit derselben vermindert.

8. Jede der differenten Strahlensorten des Spectrums besitzt eine specifische Wirksamkeit, und zwar eine geringere, als diejenige des zusammengesetzten Lichtes.

9. Die Wirksamkeit des letzteren steht in Zusammenhang mit der Intensität seiner leuchtenden Strahlen.

Gestützt auf Experimente, gelangt Dandrieu[1] zu der Ansicht, dass in verunreinigtem Wasser unter Einfluss photochemischer Strahlen Bacterien zur Entwickelung kommen, welche die darin enthaltene Kohlensäure reduciren. Der bei diesem Vorgange frei werdende Sauerstoff vernichtet die vorhandenen Mikrobien. Um daher das mit pathogenen Bacterien geschwängerte Canalwasser von denselben zu befreien, empfiehlt Verfasser ganz besonders das Berieselungssystem, wobei aber die Rieselfelder möglichst häufig umgeworfen werden müssen, um der Einwirkung des Lichtes immer wieder neue Bodenflächen zu bieten. Die letzterwähnte Regel gilt auch für Sand- und Kohlenfilter.

Der Vollständigkeit wegen soll hier noch der Arbeit von Serrano E. Fatigati[2] Erwähnung gethan werden. An der unten verzeichneten Stelle ist im Original von „infusoires“ die Rede. In den Jahresberichten von Virchow für das Jahr 1879 finden wir aber „infusoires“ mit Bacterien

---

[1] Influence de la lumière dans la destruction des bactéries pour servir à l'étude du „tout à l'egout“. *Annales d'Hygiène* etc. 1888. p. 448—451.

[2] Influence des divers couleurs sur le développement et la respiration des infusoires. *Compt. rend.* t. LXXXIX. p. 595.

übersetzt. Demnach beschleunigt violettes Licht die Entwickelung von Bacterien, grünes verzögert sie. Die Kohlensäureproduction ist im violetten Lichte grösser, im grünen geringer als im weissen.

Ausser den referirten Arbeiten, welche alle mit der Absicht unternommen wurden, den Einfluss des Lichtes auf Mikroorganismen experimentell zu ergründen, finden wir in der Litteratur zahlreiche, gelegentlich gemachte, auf unseren Gegenstand Bezug nehmende Angaben zerstreut. Es liegt uns aber fern, sie alle aufzuzählen, vielmehr werden wir uns begnügen, nur die wichtigsten derselben hier anzuführen.

Gelegentlich seiner Untersuchungen „Ueber einige durch Bacterien gebildete Pigmente“ bemerkt Schröter[1], dass das Licht zur Bildung des Pigmentes des Bacillus prodigiosus nicht nöthig sei, und dass ebenso wenig der Abschluss desselben die Entwickelung zu fördern scheine, denn gleichzeitige Aussaaten auf Kartoffelscheiben hätten unter einer Glasglocke frei im Zimmer stehend und in einem finsteren Raume aufbewahrt nach 2 bis 3 Tagen ungefähr gleiche Ausbreitung erlangt.

Im ersten Theile der „Allgemeinen Pathologie“ von Klebs[2] auf S. 85 lesen wir: „Eine nicht geringere Wirksamkeit kommt auch gewissen Qualitäten des Bodens zu, wie sie durch die sorgfältige Bearbeitung und Belichtung (Duclaux) gegeben sind.“ Ferner auf S. 97: „Von allen diesen Apparaten muss directe und überhaupt zu helle Beleuchtung abgehalten werden; in ganzen zur Cultur von Pilzen verwendeten Zimmern müssen daher Vorrichtungen zur Verdunkelung angebracht sein; bei den kleinen Kästen ist dies unschwer durch Vorhänge zu erzielen“; und auf S. 131: „Auch stärkere Belichtung ist nicht ohne Einfluss auf die Entwickelung der Milzbrandculturen, welche, wie alle Spaltpilze, vorzugsweise während der Nacht wachsen und nur eine mässige Beleuchtung vertragen, weshalb die zu den Culturen benutzten Zimmer immer etwas verdunkelt, jedenfalls aber vor dem Einfallen grellen Sonnenlichtes geschützt werden müssen. Doch ist bei dem Auffallen directen Sonnenlichtes die schädigende Einwirkung jedenfalls ein complicirter Vorgang, indem auch die höhere Erwärmung in Betracht kommt. Bei dem natürlichen Vorkommen des Milzbrandes auf Weideplätzen ist gleichfalls die Beobachtung gemacht worden, dass beschattete Stellen der Entwickelung des Virus günstig sind. Bisweilen genügt schon Entfernung des Buschwerks, um die natürliche Entwickelung der Bacillen auf den Gräsern zu hemmen.“

Bei seinen Untersuchungen „Ueber den Einfluss einiger Factoren auf Kohlensäurebildung durch den Staub der Wohnräume“ hat Godziackij[3] gefunden, dass „wiewohl das Licht die Bildung von Kohlensäure .... ein wenig begünstigt, ihm dabei nur eine untergeordnete Rolle zukommt.“

Auch glaube ich an dieser Stelle des von Engelmann[4] in einem

---

[1] Cohn's *Beiträge zur Biologie der Pflanzen.* 1872. Hft. 2. S. 111.

[2] Jena, 1887.

[3] *Dissertation.* St. Petersburg 1888. p. 29. (Russisch.)

[4] Bacterium Photometricum; ein Beitrag zur vergleichenden Physiologie des Licht- und Farbensinnes. Pflüger's *Archiv f. Physiologie.* 1883. Bd. XXX. S. 95.

Rheinarm zu Utrecht entdeckten B. photometricum erwähnen zu müssen, welches bei Abschluss des Lichtes in eine Art von Dunkelstarre versetzt wird, die nur durch Licht aufgehoben werden kann. Alle in einem Tropfen befindlichen Individuen sammeln sich in dem beleuchteten Theile desselben an. Die Bewegung ist nicht von Sauerstoffzufuhr abhängig, denn das Bacterium sucht unter Deckglas Luftblasen nicht auf und erhält sich in zugeschmolzenen Capillaren viele Wochen bewegungsfähig. Diese Eigenschaft des erwähnten Mikrobion benutzte der Verfasser zur Prüfung der Diathermanität einiger Medien.[1]

II.

Wir haben gesehen, dass die Ansichten der Forscher über den Einfluss des Lichtes auf Bacterien im Einzelnen vielfach auseinandergehen. Es lässt sich indessen den referirten Arbeiten der allgemeine Satz entnehmen, nämlich, dass das Licht sich bestimmten Bacterienarten gegenüber nicht indifferent verhalte, und dass der Einfluss desselben keineswegs ein fördernder, sondern vielmehr, je nach Intensität der Lichtstrahlen, ein mehr oder weniger schädigender sei.

Es ist klar, dass auf dem in Rede stehenden Gebiete noch manche streitige Frage erledigt, noch manches unberücksichtigt gebliebene Räthsel gelöst werden müsse — dieses kann nur durch eine grosse Reihe von Specialuntersuchungen erreicht werden.

Um so mehr bedarf die Frage nach dem Einflusse des Lichtes auf pathogene Bacterien einer weiteren Bearbeitung, als sie befähigt ist, sowohl unsere hygienische Massnahmen als auch unser therapeutisches Thun zu modificiren. Vielleicht, dass die Zeiten nicht mehr fern sind, von welchen Sertürmer[2] sagt: „Unsere Wohnungen, besonders Hospitäler, Krankenhäuser u. s. w. werden einst bestimmt wie Treibhäuser eingerichtet werden, damit das Licht, selbst des Mondes und der Sterne, ungehindert zutreten kann.“ Vielleicht, dass uns dann der Sinn des althebräischen Verfahrens bei Atresia ani verständlich sein wird, wonach ein Schnitt

[1] Vielleicht, dass die nachstehende Beobachtung, welche ich bei Fabian erwähnt fand, auch hierher gehört („Ueber Bedingungen und klinische Bedeutung der Wärmesteigerung im Fieber“; *Memoiren d. Warschauer ärztl. Gesellschaft*, 1886, Hft. 1, p. 31. [Polnisch]). Dieselbe ist von Fabian dem Werke *La febbre* (Napoli 1873) von Diodato Borelli entnommen worden. Macnamara soll nämlich nachgewiesen haben (wahrscheinlich in *A treatise on Asiatic Cholera*, London 1870), dass das Choleracontagium ausserordentlich virulent wird, wenn man das Wasser, in welchem dasselbe enthalten ist, einige Stunden lang dem Sonnenlichte aussetzt.

[2] Neuentdeckte, höchst wirksame China-Alkoloide. *Journal der praktischen Heilkunde* von Hufeland und Osann. 1829. Bd. LXVIII. St. I. S. 3.

erst dann angelegt wurde, nachdem die Aftergegend eingeölt dem Einflusse der Sonnenstrahlen ausgesetzt worden war.[1]

Im Nachstehenden wollen wir im Allgemeinen die Wege aufzeichnen, die wir bei bezüglichen Versuchen zu befolgen haben. Zu diesem Ende werden wir die beiden Hauptfactoren — das Licht und das Belichtungsobject — zu besprechen haben.

Für unsere Zwecke kann das directe und diffuse Sonnenlicht, das elektrische Kohlenlicht, das Gaslicht, das Auer'sche Gas-Glühlicht, das Linnemann'sche Zirkonlicht u. s. w. in Anwendung gebracht werden.

Bevor wir uns in weitere Erwägungen einlassen, müssen wir, um deutlich zu sein, der Identität der Licht-, Wärme- und chemisch wirksamen Strahlen gedenken. Eine und dieselbe Gattung von Strahlen bringt, der gangbaren Theorie nach, Licht, Wärme oder chemische Wirkung hervor, je nach den Umständen; Licht, wenn sie als solches reflectirt u. s. w. werden, Wärme und chemische Wirkung, wenn sie in solche umgesetzt werden. Ein Unterschied zwischen einzelnen Lichtstrahlen besteht nur in der Brechbarkeit, beziehungsweise der Wellenlänge und darin, dass von einer gewissen Wellenlänge an die Strahlen unter gewöhnlichen Umständen nicht mehr auf den Gesichtsinn wirken.[2]

Wenn wir nun bei Belichtung der Bacterien das volle Licht einwirken lassen, d. h. sowohl seine beleuchtenden als auch erwärmenden und chemischen Eigenschaften zur Geltung kommen lassen, so genügt das für praktische Zwecke vollkommen, da es die natürlichen Verhältnisse treu nachahmt. Das wissenschaftliche Interesse fordert aber auf, die Effecte obiger Eigenschaften getrennt zu beobachten. Von der dunklen Wärme wissen wir, dass dieselbe je nach ihrer Intensität, bald begünstigend, bald verderblich auf die erwähnten Organismen einwirkt. Andererseits ist uns aber bekannt, dass sowohl im directen Sonnenlichte als auch im intensiven Lichte künstlicher Lichtquellen Temperaturen erzeugt werden, deren alleiniger Einfluss zur Abtödtung resp. Schädigung der Bacterien auszureichen pflegt. Es empfiehlt sich daher, einen Theil der Wärme von den Versuchsobjecten abzuhalten, ohne jedoch die übrigen Eigenschaften des Lichtes bedeutend zu schwächen. Dazu kann die zwischen Bacterien und Lichtquelle aufgestellte dünne Wasserschicht[3] benutzt werden, von welcher die ultrarothen Strahlen vollständig absorbirt, die ultravioletten

---

[1] Joh. Hermann Baas, *Grundriss der Geschichte der Medicin und des heilenden Standes.* 1876. S. 26.

[2] Helmholtz hat uns gelehrt die ultravioletten, Sir Davis Brewster die ultrarothen Strahlen sichtbar zu machen.

[3] On the photograph. Transparency of various Bodies etc. by W. A. Miller. *Philosophical Transactions.* Vol. 152, II. p. 871.

aber durchgelassen werden. Nächstdem wäre die Brauchbarkeit des Thermoisolators von d'Arsonval[1] zu erproben.

Bei der Besprechung chemischer Eigenschaften des Lichtes muss im Auge behalten werden, dass nicht allein die ultravioletten Strahlen als chemisch wirksame zu bezeichnen sind. Alle Theile des Spectrums entfalten chemische Wirkung, wenn nur für ihre Absorption von Seite des zersetzlichen Körpers Sorge getragen wird. Ein mit Anilingrün versetztes Bromsilber ist bis in's Rothe hinein empfindlich, da dieser Farbstoff die rothen Strahlen des Spectrums zwischen *C* und *D* kräftig absorbirt. Welche unter diesen Strahlen für Bacterien und das sie umgebende Nährmedium chemisch wirksam sind, ist zur Zeit noch nicht festgestellt.

Indem wir nun auf Lichtquellen zurückkehren, müssen wir hervorheben, dass nur das elektrische Kohlenlicht demjenigen der Sonne an Intensität vergleichbar ist. In Bezug auf Qualität des Lichtes sei bemerkt, dass das Gas- und Petroleumlicht nur wenig ultraviolette Strahlen hat, wogegen das elektrische Kohlenlicht und das Licht der Sonne daran recht reich sind. Das Magnesiumlicht besitzt ihrer noch mehr. Der elektrische Funke schliesslich enthält viele Strahlen, welche noch weit brechbarer sind, als die brechbarsten Strahlen der Sonne. Ferner muss hinzugefügt werden, dass wegen der grossen Druckschwankungen, welche das Leuchtgas im Laufe von 24 Stunden in den Leitungsröhren zu erfahren pflegt, ein Gaslicht von constanter und dabei einigermassen brauchbarer Intensität nicht leicht hergestellt werden kann, zumal wenn es sich um eine langdauernde Belichtung handelt.

Die äusserst interessante Frage nach den am meisten wirksamen Strahlen des Spectrums in Bezug auf Bacterien dürfte gegenwärtig aus rein technischen Gründen mit aller theoretischen Schärfe recht schwer zu beantworten sein.

Das weisse Licht der Flamme ist bekanntlich aus unendlich vielen Lichtsorten zusammengesetzt, denen eine sich continuirlich verändernde Reihe von Farbenabstufungen und eine ebenso continuirliche Reihe von Werthen der Brechungsquotienten zukommt. Diese unendliche Menge von Farbenabstufungen werden mit Rücksicht auf ihren physiologischen Effect in sechs oder sieben Hauptgruppen oder Hauptfarben eingetheilt, deren gegenseitige Grenzen aber nicht scharf bestimmbar sind.

Homogenes Licht enthält nur eine Lichtsorte und nimmt im Spectrum streng genommen nur den Raum einer Linie von verschwindender Breite ein. Demnach werden die in verschiedene Theile des Spectrums gestellten Versuchsobjecte, selbst wenn sie auch noch so klein sind, durch mehrere Arten von Strahlen getroffen. Es empfiehlt sich daher bei even-

[1] Action thermoisolatrice du vide sec. *Soc. de Biologie.* 11 Février 1888. p. 136.

tueller Wahl des erwähnten Verfahrens den zur Belichtung benutzten Theil des Spectrums durch Angabe seiner äusserst gelegenen Fraunhofer'schen Linien des Näheren zu bestimmen.

Aber noch ein anderer Mangel haftet diesem Verfahren an. Draper[1] hat nämlich nachgewiesen, dass nicht alle Hauptfarben des prismatischen Spectrums gleiche Lichtstärke besitzen und zwar, dass die rothe die intensivste, die violette die schwächste ist. Diese Erscheinung ist nach ihm ein Product des Prismas, welches eine Compression der Strahlen am rothen Spectrumende bedinge. Durch Anwendung des Beugungs- oder Gitterspectrums (Diffractionsspectrum), in welchem alle Farben gleiche Intensität zeigen, liesse sich diesem Uebelstande abhelfen.

Aus den spectroskopischen Untersuchungen von Downes haben wir bereits erfahren, dass ausser dem rothen, mittelst Kupferoxydammoniak gefärbten Glase ein vollkommen monochromatisches kaum zu haben ist. Ausserdem finden wir in der Arbeit von Kondratiew[2] eine recht interessante Beobachtung darüber verzeichnet. Er untersuchte sehr viele Glassorten, unter anderen auch solche von violetter Farbe. Die letzten sahen schmutzig-violett aus und man konnte sich mittelst des Spectroskops leicht überzeugen, dass sie alle Strahlen ausser den gelben und violetten hindurchlassen. Bei unseren Versuchen könnte daher, im Falle, dass sich die Angabe von Kondratiew bestätigen liesse, nur das angeführte rothe Glas in Frage kommen, da dasselbe in zerstreutem Tageslichte vollständig einfarbig, im directen Sonnenlichte aber auch noch für orangefarbige Strahlen transparent ist. Zur Erzeugung andersfarbigen Lichtes müssen Schichten monochromatischer Lösungen von ganz bestimmtem Durchmesser zur Anwendung gebracht werden, und zwar unter steter Controle des Spectroskops. Schliesslich sei auf die Schwierigkeit hingewiesen, die Intensität des beliebigen monochromatischen Lichtes derjenigen des entsprechenden Theiles des Sonnenspectrums gleich zu machen.

Die von Tyndall constatirte Thatsache, dass das Licht, welches auf Dämpfe des salpetrigsauren Amyls zersetzend eingewirkt hat, die Fähigkeit verliert, auf nämliche Dämpfe gleiche Wirkung auszuüben, sollte dem oben angeführten Wunsche dieses Forschers entsprechend auch bei unseren Versuchen eine nähere Berücksichtigung finden.

Zum Schlusse sei noch der Lichtintensität gedacht. Dieselbe schwankt erheblich sogar in directen Strahlen, was zunächst von der Quantität der

---

[1] On a new form of spectrometer, and on the distribution of the intensity of Light in the spectrum. *Journal of Science and Arts.* Juli 1879. Vol. VIII. Nr. 3. p. 30.

[2] *Einige Versuche über den Verlauf der bei Thieren künstlich erzeugten Sepsis unter dem Einflusse verschiedenartiger Belichtung.* St. Petersburg 1880. (Russisch.)

in atmosphärischer Luft vorhandenen Wasserdämpfe abhängig ist. Cohn[1] hat mittelst des Weber'schen Photometers nachgewiesen, dass das Tageslicht an hellen Tagen zwischen 906 und 11,430, an trüben zwischen 304 und 4444 Meterkerzen schwankt. An einem Sommernachmittage zwischen 5 und 7 Uhr war die Lichtstärke in einem der untersuchten Zimmer bald 19, bald 196 Meterkerzen gleich. Es empfiehlt sich daher, im Laufe des Versuches die Intensität des einwirkenden Lichtes einigemal zu notiren, was wenigstens bei kurzdauernden Insolationen recht leicht zu bewerkstelligen ist.

Nun wollen wir zum zweiten unserer Hauptfactoren übergehen, nämlich zu dem Belichtungsobjecte, d. h. den Bacterien und dem Nährmedium.

Die Versuche sind nur an ganz bestimmten, wohlbekannten Bacterienarten anzustellen, daher ist Spontaninfection des Nährbodens nicht zulässig. Im letzten Falle würden wir an einem Gemisch zum Theile unbekannter Objecte arbeiten, welche in ihren Lebenseigenschaften vielfach variiren.

Da es ferner bekannt ist, dass das Verhalten einzelner Bacterienarten verschiedenen Lebensfactoren gegenüber, wie Temperatur, Nährboden, Sauerstoff, kein gleichartiges ist, so muss angenommen werden, dass auch das Licht nicht auf alle Mikrobien eine gleiche Wirkung ausübt, zumal Downes eine Bacterienart gesehen hat, welche in Bezug auf Licht ungemein grosse Resistenz zeigte. Es empfiehlt sich daher, eine möglichst grosse Anzahl, vorzugsweise pathogener Bacterienarten zu untersuchen. Auch ist gar nicht gleichgültig, ob wir Vegetations- oder Dauerformen insoliren, da ja von den letzten bekannt ist, dass sie ausserordentlich lebenszähe sind. Es sei ferner erinnert an die jungen zarten Wuchsformen. Schliesslich muss die Temperatur der Versuchsobjecte innerhalb der Optimumgrenzen schwanken; die Aërobien sind bei Luftzutritt, die Anaërobien unter Luftabschluss zu insoliren.

In Betreff des Nährbodens sei bemerkt, dass alle der gangbarsten Medien auf Licht zu erproben sind, da wir nicht immer im Stande sind, die in Folge von Belichtung eintretenden chemischen Veränderungen vorauszusehen. Es muss auch nicht ausser Acht gelassen werden, dass die im Nährboden durch's Licht bedingten Alterationen für verschiedene Bacterienarten von verschiedener Bedeutung sein können.

III.

Aber nicht auf Bacterien allein übt das Licht einen mächtigen Einfluss. Auch die übrigen Pflanzen unterliegen seiner Wirkung. Mässige Belichtung fördert das Leben dieser Gebilde und ist in mannigfacher

[1] Tageslichtmessungen in Schulen. *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1884. Nr. 38. — Ueber Sehschärfe bei photometrischem Tageslicht u. s. w. *Centralblatt für prakt. Augenheilkunde.* 1884. S. 279.

Hinsicht ihnen unumgänglich nöthig. Nach J. Sachs[1] „bewirken die gelben und benachbarten Strahlen die Kohlensäurezersetzung (resp. Stärkebildung); die blauen und sichtbaren violetten wirken als Bewegungsreize, die ultravioletten erzeugen in den grünen Blättern die blüthenbildenden Stoffe.“ Licht von grösserer Intensität ruft indessen nach Wiesner Stillstand des Wachsthums hervor und aus den Beobachtungen von Pringsheim ist zu ersehen, dass concentrirtes Sonnenlicht unter Ausschluss von Wärme die Tödtung von Pflanzenzellen herbeiführt.[2]

Auch im thierischen Organismus werden manche Lebensvorgänge vom Lichte beeinflusst, und es ist längst bekannt, dass die Rolle desselben sich nicht auf Vermittelung der Gesichtswahrnehmung allein beschränkt.

Schon im Jahre 1824 ist W. F. Edwards[3] auf Grund seiner Versuche zu der Ueberzeugung gelangt, dass das Licht die Entwickelung von Embryonen aus dem Froschlaich begünstigt.

Higginbothom[4] und McDonnel[5] suchten diese Angabe zu bestätigen, ohne aber das Bezweckte zu erreichen. Die Entwickelung des von ihnen untersuchten Wassermolches und Frosches erfolgte eben so rasch und vollkommen im Dunkeln, wie bei freiem Zutritt von Licht.

Ferner Rusconi[6] sah am Proteus auguineus die im Dunkeln blassrothen Kiemen durch Lichtreiz sich lebhaft röthen.

Im Jahre 1845 veröffentlichte Schmarda[7] eine Abhandlung, in welcher sowohl der Einfluss des Lichtes auf die Entwickelung und das Leben der Infusorien, als auch die Lichtempfindlichkeit derselben berücksichtigt wird. In Betreff des ersten Gegenstandes constatirt Verfasser, dass:

1. das Leben dieser mikroskopischen Wesen sich nur im Lichte entwickelt, mit Ausnahme der anhaltend einwirkenden directen Sonnenstrahlen.

2. Mehrere Formen von Infusorien leben und gedeihen an lichtlosen Orten, aber keine derselben lebt ausschliesslich im Dunkeln.

---

[1] Ueber die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Blüthenbildung. *Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg.* 1887. Bd. III. Hft. 3. S. 387.

[2] *Pflanzenphysiologie* von Pfeffer. 1881. Bd. II. S. 131.

[3] *De l'influence des agents physiques sur la vie.* Paris 1824. p. 396.

[4] Influence des agents physiques sur le développement du têtard de la grenouille. *Journal de la Physiologie de l'homme et des animaux* de Brown-Séquard. 1863. t. VI. p. 209. — On the influence of physical agents on the tadpole of the Triton and the Frog. *Philosophical Transactions.* 1850. p. 431.

[5] Exposé de quelques expériences concernant l'influence des agents physiques sur le développement du têtard de la grenouille commune. *Journal* de Brown-Séquard. 1859. t. II. p. 627.

[6] *Observations anatomiques sur la sirène mise en parallèle avec le protée et le têtard de la salamandre aquatique.* Pavie 1837. p. 39.

[7] Der Einfluss des Lichtes auf die Infusionsthierchen. *Oesterreich. Jahrbücher.* December 1845.

3. Die grünen Infusorien entstehen nur im Lichte.

In Bezug auf Lichtempfindlichkeit hebt Schmarda hervor, dass:

1. bei einigen Infusorien die Lichtempfindung erwiesen worden ist.

2. Die Lichtempfindenden zeigen verschiedene Grade der Reizbarkeit: die einen fliehen das Licht, die übrigen suchen es auf.

3. Bei Volvox, Chlamidomonas wird die Lichtempfindung, aller Analogie nach, durch jene rothen Pigmentflecken vermittelt, welche denen der Quallen und Seesterne und den rothen Augen mehrerer mikroskopischer Crustaceen so ähnlich sind und deren Natur Ehrenberg schon 1831 fest begründet hat.

4. Bei Monas vinosa, M. Dunalii, M. sulfuraria etc. scheint die ganze Körpermasse, wie bei den Augenlosen und doch für das Licht empfänglichen Polypen, der Sitz der Empfindung zu sein.

Im Jahre 1852 wurde von Brücke[1] bewiesen, dass die Aenderung der Hautfarbe beim Chamäleon dem Einflusse des Lichtes unterworfen ist.

Bidder und Schmidt[2] haben an einer hungernden Katze gefunden, dass „in jeder Periode der Inanition der Gewichtsverlust während des Tages viel beträchtlicher ist, als während der Nacht“. Drei Tage vor dem Tode erblindete das Thier und während dieser Zeit ist der Unterschied geringer geworden, weil, wie die Verfasser glauben, „der Einfluss des Tageslichtes mithin eliminirt wurde“.

Ferner constatirte v. Wittich,[3] dass die Farbe der Froschhaut ebenfalls vom Lichte abhängig ist, obwohl weniger als bei Chamäleonen. Im Allgemeinen nehmen die Frösche bei Lichtabschluss dunkle, im diffusen Sonnenlichte oder im Lampenlichte hellere Farbe an.

Nächstdem sind die Untersuchungen von Moleschott[4] zu erwähnen, welche den Einfluss des Lichtes auf die von Fröschen ausgeathmete Kohlensäuremenge betreffen. Dieselben haben gezeigt, dass:

1. Frösche, bei gleichen oder wenig verschiedenen Wärmegraden, im Lichte, für gleiche Einheiten des Körpergewichts und der Zeit, $^1/_{12}$ bis $^1/_4$ mehr Kohlensäure ausscheiden, als im Dunkeln (100:82,07).

2. Je grösser die Lichtstärke ist, desto mehr Kohlensäure wird ausgehaucht.

[1] Untersuchungen über den Farbenwechsel des afrikanischen Chamäleons. *Bericht der mathemat.-naturwissenschaftl. Classe d. K. Akademie der Wissenschaften.* Wien 1852. Bd. IV.

[2] *Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel.* Mitau und Leipzig 1852. S. 317.

[3] Die grüne Farbe der Haut unserer Frösche, ihre physiologischen und pathologischen Veränderungen. Müller's *Archiv.* 1854.

[4] Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Menge der vom Thierkörper ausgeschiedenen Kohlensäure. Wittelshöfer's *Wiener med. Wochenschrift.* 1885. Nr. 43. S. 681. — *Annales de sciences naturelles, zoologie.* Série 4. t. IV. p. 209.

Die Anregung des Stoffwechsels wird theils durch Haut, theils aber durch den Opticus vermittelt. Um den Einfluss des Lichtes auf den letzten auszuschalten, hat Moleschott die Augen der Versuchsthiere mit starker Höllensteinlösung geätzt.

Im Jahre 1857 veröffentlichten Marmé und Moleschott ihre Arbeit „Ueber den Einfluss des Lichts auf die Reizbarkeit der Nerven“,[1] wonach Frösche, die im Licht aufbewahrt werden, eine grössere Reizbarkeit der Nerven und höhere Leistungsfähigkeit der Muskeln besitzen, als solche, die unter gleichen Verhältnissen des Geschlechts, der Körpergrösse, der Ernährung, der Zeit und der Wärme dem Einflusse des Lichts nicht ausgesetzt waren.

Beclard[2] hat gefunden, dass die Eier der Musca carnaria unter violetter oder blauer Glasglocke sich viel rascher entwickeln, als unter einer rothen, gelben, weissen oder grünen. Als besonders schädigend erwies sich dabei das grüne Licht. Ferner ist von demselben Forscher dargethan worden, dass Vögel und kleine Säugethiere sowohl im Dunkeln als auch im Lichte gleiche Mengen Kohlensäure ausscheiden. Bei Fröschen ist dagegen die Athmung von der Farbe des Lichts abhängig.

In seiner Schilderung der „Ueberlebend nach Berlin gelangten Zitterwelse aus West-Afrika“[3] bemerkt E. du Bois-Reymond, dass „durch den Anblick der rothen Farbe sich die Fische nicht, wie dies mit den Fröschen der Fall ist, aufregen zu lassen scheinen“, und auf S. 123 a. a. O. lesen wir, dass die Farbe dieser Fische einem Wechsel unterworfen sei: hielt man sie im Dunkeln, so wurden sie in kurzer Zeit schwarz, während sie unter dem Einflusse des Lichts wieder hell wurden.

Selmi und Piacentini[4] haben an einem Hunde, einer Henne und Turteltaube experimentirt und gefunden, dass bei Lichtabschluss die Ausscheidung der Kohlensäure gering, im gelben Licht am reichlichsten ist.

Auerbach[5] hat wiederholt Gelegenheit gehabt, befruchteten Laich von Rana temporaria vor und während der Furchung zu beobachten, und machte dabei die Wahrnehmung, dass das Tageslicht und noch mehr

---

[1] *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere* von Moleschott. 1857. Bd. I. S. 15–51.

[2] Note relative à l'influence de la lumière sur les animaux. *Compt. rend.* 1858. t. XLVI. p. 441.

[3] *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere* von Moleschott. 1858. Bd. V. p. 124.

[4] Dell' influenza del raggi colorati sulla respiratione. *Rendi conti del Reale Instituto Lombardo di Scienze e Lettere.* 1870. Vol. III. Ser. II. p. 51. Refer. in *Allg. med. C.-Z.* 1872. S. 810.

[5] Ueber die Einwirkung des Lichtes auf befruchtete Frosch-Eier. *Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften.* 1870. Nr. 23. S. 357.

directes Sonnenlicht ein energischer Reiz für Contractionen des Ei-Protoplasmas ist.

Im Jahre 1871 berichtete Pöey[1] in einem Schreiben an Élie de Beaumont über Resultate, zu welchen General Pleasanton bei seinen Versuchen über Einfluss des violetten und weissen Lichtes auf Pflanzen und Thiere gelangt ist. Das Schreiben ist von der in englischer Sprache verfassten Broschüre Pleasanton's begleitet worden, deren Titel in französischer Uebersetzung „Influence de la couleur bleue du ciel sur le développement de la vie animale et végétale" heisst. Durch die Untersuchungen am Weinstock ermuntert, hat der genannte Forscher je 4 Stück etwa 2 Monate alter Ferkel im violetten und weissen Lichte gezüchtet. Es stellten sich dabei erhebliche Unterschiede im Wachsthum der beiden Ferkelgruppen heraus und zwar zu Gunsten der im violetten Lichte weilenden Thiere. Gleich günstigen Einfluss äusserten die violetten Strahlen auf ein Kalb, das äusserst schwächlich zur Welt gekommen war.

Bald darauf hat J. Chassanowitz[2] die von Moleschott entdeckten Thatsachen an Fröschen und Meerschweinchen bestätigt. Ferner hat er an Fröschen, bei denen das Rückenmark hoch oben durchgeschnitten wurde, bewiesen, dass der Unterschied zwischen der bei Lichtzutritt und im Dunkeln ausgehauchten Kohlensäuremenge nicht von der grösseren Beweglichkeit dieser Thiere im Lichte abhängt.

Hammond[3] berichtet über Beobachtungen, welche er an 20 Tage alten Katzen gemacht hat. Ein 600·0 ^{grm} wiegendes Thier wurde im Hellen, ein anderes 616·0 ^{grm} schweres im Dunkeln gehalten. In beiden Fällen waren die sonstigen Bedingungen möglichst gleich gemacht. Nach Verlauf von 5 Tagen wog das erste 720·0, das andere 668·0 ^{grm}; nach ferneren fünf Tagen waren ihre Gewichte 768·0 resp. 704·0 ^{grm}. Als aber darauf beide Versuchsthiere bei Lichtzutritt weitergezüchtet wurden, glichen sich ihre Gewichte nach Ablauf von 5 Tagen vollkommen aus, so dass nunmehr ein jedes derselben über 800.0 ^{grm} hatte.

Im Jahre 1874 hat Schnetzler[4] Versuche mit Froschlaich wieder aufgenommen. Er brachte zu diesem Ende Frosch-Eier in weisses oder grünes Gefäss, von denen das letzte zuvörderst spectroskopisch geprüft wurde. Ungeachtet dessen, dass die Temperatur, Nahrung, Wassermenge

[1] Influence de la lumière violette sur la croissance de la vigne, des cochons et des taureaux. *Compt. rendus.* 1871. t. LXXIII. p. 1286.

[2] Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Kohlensäure-Ausscheidung im thierischen Organismus. *Inaugural-Dissertation.* Königsberg 1872.

[3] Some points relative to the sanitary influence of Light. *The Sanitarian.* 1873 bis 1874. Vol. I.

[4] De l'influence de la lumière sur le développement des larves des grenouilles. *Archives des Sciences physiques et naturelles.* 1874. t. LI. p. 147.

und sonstige Lebensbedingungen gleich waren, entwickelten sich und wuchsen die Kaulquappen im weissen Lichte bedeutend rascher, als im grünen.

Nach Pouchet[1] soll die Haut bei Fischen, deren Linse getrübt ist, oder deren Cornea entfernt wurde, recht bald ein dunkleres Colorit annehmen. Dasselbe will er auch bei Fischen beobachtet haben, welche längere Zeit sich im Dunkeln aufgehalten haben, oder durch Curare gelähmt wurden.

Die von Pott[2] an einer einzigen Maus angestellten Versuche haben folgendes ergeben:

1. Die bei Tageslicht ausgeschiedene Kohlensäuremenge ist geringer, als in farbigen Strahlen.

2. Das violette und rothe Licht sind in dieser Beziehung am wenigsten wirksam; den grössten Einfluss üben die grünen und gelben Strahlen aus.

3. Die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure sinkt Nachts erheblich (3·873 : 3·142).

Durch Pflüger angeregt, führte O. von Platen[3] eine Reihe von Untersuchungen aus und stellte fest, dass unter dem Einflusse des Lichtes durch Erregung der Retina Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme, also der Gas- und Stoffwechsel des Thieres eine erhebliche Steigerung erfahren und dass sich die Kohlensäurewerthe für Hell und Dunkel wie 114 : 100 verhalten.

Nach Lessona[4] erscheinen die Pteropoden und Heteropoden, die im Ocean leben, nur nach Sonnenuntergang an der Meeresoberfläche. Ferner soll nach ihm Baudi di Selve die Beobachtung gemacht haben, dass der augenlose Scotodipnus glaber Baudi vom Lichte getödtet wird.

Im Jahre 1875 hat Bert[5] die in Bezug auf Chamäleon von Brücke gemachten Angaben bestätigt und seine Ansicht dahin ausgesprochen, dass die Farbenänderung der Haut beim Chamäleon unter dem Einflusse des Lichtes eine rein locale, also vom Nervensystem unabhängige, ist.

[1] Ueber die Wechselbeziehung zwischen der Netzhaut und der Hautfarbe einiger Thiere. *Wiener med. Jahrbücher.* 1874. S. 42. — Note sur l'influence de l'ablation des yeux sur la coloration de certaines espèces animales. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie.* 1874.

[2] Vergleichende Untersuchungen über die Mengenverhältnisse der durch Respiration und Perspiration ausgeschiedenen Kohlensäure bei verschiedenen Thierspecies in gleichen Zeiträumen, nebst einigen Versuchen über Kohlensäureausscheidung desselben Thieres unter verschiedenen physiologischen Bedingungen. *Habilitationsschrift.* Jena 1875.

[3] Ueber den Einfluss des Auges auf den thierischen Stoffwechsel. Pflüger's *Archiv.* 1875. Bd. XI. S. 272.

[4] *Dell' azione della luce gugli animali.* Turin 1875.

[5] *Gazette Hebdomadaire.* 1875. p. 731.

Nächstdem wäre die Arbeit von Fubini[1] zu erwähnen, aus welcher hervorgeht, dass:

1. gleiche Gewichtseinheiten von blinden und unversehrten Fröschen gleicher Art und gleichen Geschlechts, die in gleicher Temperatur und unter gleichem Luftdrucke gehalten werden, unter der Einwirkung des Lichtes einen Verlust erleiden, welcher für die Zeiteinheit grösser ist bei unversehrten, als bei blinden Fröschen.

2. Sowohl die unversehrten, als die blindgemachten Frösche erfahren eine Zunahme an Gewicht, wenn sie der Einwirkung des Lichtes entzogen werden; doch ist diese Zunahme bei ersteren beträchtlicher.

E. Young[2] hat im Jahre 1878 Versuche über den Einfluss des Lichtes auf den Entwickelungsgang der Eier von Rana esculenta und temporaria, Salmo trutta und Lymnea Stagnalis angestellt. Nach diesen beschleunigt

1. violettes Licht die Entwickelung in merklicher Weise, demselben folgen das blaue, dann das gelbe und schliesslich das weisse Licht.

2. Rothe und grüne Strahlen scheinen schädlich zu sein, da eine vollständige Entwickelung der Eier zu Embryonen in dem genannten Lichte nicht erzielt werden kann.

3. Die Lichtabwesenheit verhindert zwar die Entwickelung obiger Gebilde nicht, verzögert sie aber.

4. Kaulquappen starben ohne Nahrung im violetten und blauen Lichte rascher, als in dem andersfarbigen. Das im Körper verfügbare Material wird also dabei schneller aufgezehrt.

Uskoff[3] glaubt auf Grund einiger Beobachtungen behaupten zu dürfen, dass lebendes Protoplasma sich gegen verschiedenfarbiges Licht verschieden verhält. Weisse Froschblutkörperchen zeigten in rothem Licht mehr und längere Fortsätze als im violetten; ferner waren sie in ersterem grösstentheils in Form von kaum sichtbaren Plättchen ausgebreitet. Die Flimmerbewegung des Oesophagusepithels war in beiden Lichtarten gleich schnell, blieb aber für einen Augenblick stehen, wenn man rothes Licht statt des vorher wirkenden violetten substituirte.

---

[1] Ueber den Einfluss des Lichtes auf das Körpergewicht der Thiere. *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere* von Moleschott. 1876. Bd. XI. S. 488.

[2] De l'influence de différents couleurs du spectre sur le développement des animaux. *Compt. rend.* t. LXXXVII und *Archives de Zoologie expérimentale et générale.* 1878. t. VII. Nr. 2.

[3] Einfluss von farbigem Licht auf das Protoplasma des Thierkörpers. *Centralblatt für die med. Wissenschaften.* 1879. Nr. 25.

1879 beobachtete Wwedenskij,[1] dass blinde Frösche ihren Kopf stets nach der Lichtquelle richteten und sich so placirten, dass ihre beiden Körperhälften symmetrisch belichtet wurden. Ferner hat der Genannte bewiesen, dass bei decapitirten Fröschen die Reflexerregbarkeit an der dem Lichte zugekehrten Seite grösser ist, als an der entgegengesetzten.

P. Bert[2] brachte geblendete Frösche in Kästchen, deren eine Hälfte hell, die andere aber schwach belichtet war; nach einiger Zeit haben sich alle Frösche in der ersteren versammelt.

In demselben Jahre fand van Pesch[3], dass der Erbsenkäfer (Brunchus pisi) im Lichte mehr Sauerstoff aufnimmt als in Dunkelheit.

Th. W. Engelmann[4] hat an einem sehr niedrig stehenden amöboiden Geschöpf, Pelomyxa palustris, gefunden, dass dasselbe bei plötzlicher Verfinsterung sehr lebhaft kriecht, bei plötzlicher Erleuchtung still steht.

Nach Schenk[5] sollen Kaulquappen, welche unter rothem Glase sich aus Eiern entwickelt haben, viel beweglicher sein, als diejenigen, welche unter blauem Glase emporgewachsen sind. Wurden die bezüglichen Gläser vertauscht, so trat eine entsprechende Aenderung der Beweglichkeit ein.

Fubini,[6] welcher mit Rana esculenta arbeitete, hat festgestellt, dass:

1. die von Fröschen nach Exstirpation der Lungen bei Licht ausgeschiedene CO_2-Menge sich zu der unter gleichen Lichtverhältnissen von unversehrten Fröschen ausgeschiedenen Menge wie 100 : 111 verhält.

2. Die von Fröschen nach der Exstirpation der Lungen in Dunkelheit ausgeschiedene Kohlensäuremenge verhält sich zu der von ihnen bei Licht ausgeschiedenen Menge wie 100 : 137.

Ferner sei der interessanten Arbeit von Moleschott und Fubini[7]

---

[1] *Bull. de l'Ac. des sc. à Pétersb.* 1879.

[2] Influence de la lumière sur les êtres vivants. *Revue scient.* 1878. Nr. 42.

[3] Eenige verschijnselen bij de ademhaling van kleine kevers. *Amsterdammer Maandblad voor natuurwetenschappen.* 1879. p. 116.

[4] Pflüger's *Archiv.* 1878. Bd. XIX. Hft. 1. — Ueber Reizung contractilen Protoplasmas durch plötzliche Beleuchtung. *Onderzoekingen gedaan en het phys. Laborat. der Utrechtsche Hoogeschool.* 1880. Bd. V. Hft. 3. p. 181.

[5] *Mittheilungen aus dem Embr. Instit. zu Wien.* 1880.

[6] Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Kohlensäure-Ausscheidung bei den Batrachiern nach Wegnahme der Lungen. *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere* von Moleschott. 1881. Bd. XII. S. 100.

[7] Ueber den Einfluss gemischten und farbigen Lichtes auf die Ausscheidung der Kohlensäure bei Thieren. *Ebenda.* 1881. Bd. XII. S. 266. — Fubini, Influenza della luce sulla respiratione del tessuto nervoso. *Archivio* di Bizzozero. 1879. Vol. III. Nr. 19. p. 23.

gedacht. Im ersten Theile derselben finden wir eine kritische Uebersicht der Litteratur. Im zweiten wird der Einfluss des gemischten Lichtes auf die Kohlensäurebildung augenloser Thiere untersucht. Der dritte enthält eine Zusammenstellung der Ergebnisse über die an abgelösten Geweben angestellten Versuche. In dem letzten, vierten, wird der Einfluss des monochromatischen Lichtes abgehandelt. Als Versuchsthiere dienten: Weibchen von Rana esculenta, zwei Sperlinge, ein Kanarienvogel, Hausmaus, Wanderratte, Mus decumanus und Myoxus muscardinus.

Die Ergebnisse, welche wir wortgetreu anführen, sind folgende:

Noch nach Wegfall der Augen fährt das Licht fort, die Menge der von Thieren ausgeschiedenen Kohlensäure zu steigern, freilich in geringerem Grade, als bei unversehrten Thieren, aber in unzweifelhafter Weise bei Amphibien, Vögeln und Säugethieren.

Noch nach Wegfall der Augen fährt die grössere Stärke der chemischen Lichtstrahlen fort, die Kohlensäureausscheidung der Thiere zu vermehren, wenn wir auch nicht daran denken dürfen, eine Verhältnissmässigkeit zwischen zwei Wirkungen aufzustellen, da die beiden von einer Mehrzahl von Ursachen abhängen, welche nicht alle in gleichem Sinne thätig sind.

Muskeln und Nervengewebe scheiden offenbar unter der Einwirkung des Lichtes mehr Kohlensäure aus, als im Dunkeln. Es ergiebt sich also, dass unter dem Einfluss des Lichtes nicht bloss das Athmen im Allgemeinen mehr Kohlensäure liefert, sondern dass dies auch für die Gewebsathmung gilt, und zwar für Gewebe, die, aus dem Zusammenhang genommen, nicht mehr von Blut durchströmt werden, aber doch noch Lebenseigenschaften besitzen.

Für Frösche wurde nachgewiesen, dass dieselben im blauen Lichte die grösste Menge, im rothen aber die geringste Menge von Kohlensäure ausscheiden. Das gelbe Licht hält in dieser Beziehung die Mitte.

Bei Vögeln ist dagegen das rothe Licht viel wirksamer, so dass sie in demselben mehr Kohlensäure abgeben, als im Dunkeln, aber immerhin weniger, als im violetten oder weissen Lichte.

In Bezug auf Säugethiere muss hervorgehoben werden, dass auch bei blinden Individuen nicht nur das weisse Licht, sondern auch das farbige die Ausscheidung der Kohlensäure vermehrt. Die weissen und violetten Strahlen sind durchschnittlich beinahe gleich wirksam, wirken aber bei blinden Thieren viel weniger, als bei unversehrten. Das rothe Licht war bei der blinden Wanderratte etwas wirksamer, als bei der normalen.

Bezüglich der Photopathie der jungen Larven des Schwammes

Reniera filigrana O. Schm. schreibt Marshall[1]: „sie sind ziemlich lichtscheu und sammeln sich in grösseren Aquarien immer an der vom Licht abgewendeten Seite an“ u. s. w.

Im folgenden Jahre publicirte Graber[2] seine Arbeit „Ueber die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit augenloser und geblendeter Thiere.“ Sie betrifft den Regenwurm, als Repräsentanten augenloser Thiere, und Triton cristatus Laur., den gemeinen Wassermolch, als Vertreter der Augenthiere, welchen er eventuell blendete. Seine Versuche ergaben, dass die genannten Geschöpfe gegen Lichtdifferenzen empfindlich sind, da sie gewisse Lichtqualitäten aufsuchen, andere meiden.

Ferner hat Engelmann[3] dargethan, dass „die Zapfenglieder sich unter Einwirkung von Licht verkürzen und sich im Dunkeln verlängern.“

In der Abhandlung von Ultzmann: „Ueber Potentia generandi und Potentia coeundi[4] auf Seite 4 lesen wir: „Ein kräftiger normaler Same, welcher in entsprechender Weise vor Licht und Kälte geschützt worden ist, zeigt noch nach zweimal 24 Stunden lebende Spermatozoën unter dem Mikroskop.“

Ferner wollen wir die Arbeit von Fubini und Spallitta[5] nennen, welche den Einfluss einzelner Spectralfarben auf die Grösse der durch Lungen ausgeathmeten Kohlensäure studirt haben. Sie fanden, dass alle farbigen Strahlen die Menge der ausgehauchten CO_2 steigern. Dieselbe variirt jedoch je nach der Farbe der Strahlen und innerhalb einer und derselben Farbe je nach der Thierspecies.

In der diesjährigen Versammlung russischer Aerzte in St. Petersburg hat Wwedenskij[6] über die von Golownin angestellten Versuche referirt. Dieselben betrafen den „Einfluss des Lichtes und der Wärme auf den Reflexapparat des Rückenmarkes beim Frosch“. In Betreff der uns hier interessirenden Wirkung des Lichtes wurde von Golownin ermittelt, dass dieselbe sich nur durch erhöhte Reflexerregbarkeit manifestire.

---

[1] Die Ontogenie von Reniera filigrana O. Schm. *Zeitschr. f. wissensch. Zoologie.* 1882. Bd. XXXVII. S. 225.

[2] Fundamentalversuche über die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit augenloser und geblendeter Thiere. *Wiener Sitzungsberichte d. mathem.-naturwiss. Classe der Kgl. Akad. d. Wiss.* 1883. Bd. LXXXVII. Abth. I. S. 201 bis 236.

[3] Ueber Bewegungen der Zapfen- und Pigmentzellen der Netzhaut unter dem Einflusse des Lichtes und des Nervensystems. Pflüger's *Archiv.* 1884. Bd. XXXV. S. 498.

[4] *Wiener Klinik.* 1885. Hft. 1.

[5] Influenza della luce monochromat. sulla espirazione di acido carbonico. *Archivo per le scienze mediche.* 1887. Vol. II. p. 315.

[6] *Das Tagebuch der III. Versammlung der Gesellschaft russischer Aerzte.* 31. December 1888. Nr. 2. (Russisch.)

Zum Schluss muss noch der von Boll,[1] Kühne,[2] Valentin[3] gemachten Beobachtung gedacht werden, wonach das Netzhautroth unter dem Einflusse des Lichtes abzublassen pflegt.

Wie spärlich die Zahl der bis jetzt ermittelten Thatsachen auch sein mag, welche zeigen, dass der Lebensprocess im Thierorganismus in mancher Beziehung vom Lichte beeinflusst wird, sind dieselben immerhin zahlreich genug, um diesen Einfluss ausser Zweifel zu stellen. Wie wir uns diesen Vorgang aber zu denken haben, ersehen wir aus den Worten des viel erfahrenen Forschers:

„Alles in Allem genommen,“ sagt Moleschott, „muss man dem Licht (diffusen) einen anregenden Einfluss auf den Stoffwechsel zuschreiben, der als eine Reizwirkung aufzufassen ist, welche mittelbar das Zerfallen der organischen Stoffe im Thierkörper beschleunigt, so dass mehr Sauerstoff verbraucht, mehr Kohlensäure verzehrt (ausgehaucht?) wird. Dieser reizende Einfluss wird durch die Augen und durch die Haut vermittelt. Da er aber auch an lebenden Geweben, die aus dem Zusammenhang mit dem Organismus gelöst sind, stattfindet, so bedarf der Reiz, um seine Wirkung zu entfalten, nicht des Umweges durch die Centralherde des Nervensystems. Immerhin könnten Lebensäusserungen des Protoplasmas oder protoplasmaähnlicher Gebilde die durch's Licht erhöhte Umsetzung bedingen.“[4]

Das bis jetzt Gesagte galt dem Organismus des Thieres im Zustande des Wohlbefindens.

Aus der unter Manassein's Auspicien entstandenen Arbeit von Kondratiew[5] ersehen wir indessen, dass das Licht auch auf Krankheitserscheinungen bei Thieren nicht ganz ohne Einfluss ist. Der Verfasser machte sich zur Aufgabe, die Einwirkung verschiedenfarbigen Lichtes auf den Verlauf der septischen Infection, welche bei Kaninchen experimentell

---

[1] *Sull' Anatomia e Fisiologia della Retina.* Roma 1877. p. 1—24. — *Monatsberichte der Berliner Akademie.* 11. Januar und 15. Februar 1877. S. 1—9. — *Centralblatt der medicinischen Wissenschaften.* 1877. Nr. 13 und 23.

[2] *Zur Photochemie der Netzhaut.* Heidelberg 1877. S. 6—14. — Ueber den Sehpurpur. *Centralblatt der medicinischen Wissenschaften.* 1877. S. 193.

[3] Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere. 24. Abtheilung: Das Netzhautroth. *Untersuchungen zur Naturlehre der Menschen und Thiere* von Moleschott. 1881. Bd. XII. S. 31.

[4] A. a. O. p. 391.

[5] *Einige Versuche über den Verlauf der bei Thieren künstlich erzeugten Sepsis unter dem Einflusse verschiedenartiger Belichtung.* Inaugural-Dissertatoin. St. Petersburg 1880. (Russisch.)

erzeugt wurde, zu studiren. Die Resultate, zu welchen Kondratiew gelangt ist, sind folgende:

1. Die bei Kaninchen erzeugte Sepsis hat, je nach der Farbe des benutzten Lichtes, einen verschiedenen Verlauf.

2. Die angestellten Versuche gestatten nicht, über den Einfluss der ultravioletten Strahlen irgend etwas Bestimmtes zu sagen.

3. Bei Lichtabschluss wird zwar die septische Infection von niedrigen Temperaturgraden begleitet, doch geht die Entkräftung der Kaninchen rascher vor sich.

4. Die grünen Strahlen stimmen in dieser Hinsicht mit dem vollkommenen Lichtmangel überein.

5. Bei stärkerer Infection wird bei den Versuchsthieren die Neigung beobachtet, im Dunkeln stärker zu fiebern.

6. Bei der Einwirkung des violetten Lichtes bemerkt man ein hohes Ansteigen der Temperatur, doch werden die Kräfte des Thieres weniger in Anspruch genommen.

7. Das weisse Licht gleicht in vielen Beziehungen dem violetten, man wird aber erst dann im Stande sein seine Eigenschaften zu erkennen, sobald diejenigen der übrigen Componenten — der gelben und blauen Strahlen, welche leider in der vorliegenden Arbeit keine Berücksichtigung haben finden können, festgestellt worden sind.

8. Bei starker Infection bewirkt das violette und ganz besonders das weisse Licht ein Sinken der Temperatur.

9. Wiewohl die rothen Strahlen in Rücksicht auf Temperatur den violetten nahe kommen, stehen sie denselben, wegen der sich recht bald äussernden Erschöpfung des Thieres, bedeutend nach.

10. Die Krämpfe, ein Symptom der Sepsis, im weissen Lichte am stärksten ausgesprochen, sind sowohl im Dunkeln, als auch im grünen Lichte weniger heftig.

11. Sowohl die locale Reaction an der Injectionsstelle, als auch das Zurückgehen derselben erfolgt in weissen und violetten Strahlen schneller, bei Lichtabschluss oder im grünen Lichte langsamer. Die rothen Strahlen sind in dieser Beziehung den erstgenannten ähnlich.

Ferner hat Wedding[1] beim Verfüttern von Buchweizen an Rindvieh und Schafe das Auftreten eines blasenförmigen Ausschlages beobachtet, aber nur bei denjenigen Thieren, welche entweder dem Sonnenlichte aus-

---

[1] Einfluss des Lichtes auf die Haut der Thiere. *Verhandlungen der Berliner Gesellschaft f. Anthropologie.* 1887. S. 67. — *Zeitschrift f. Ethnologie.* 1887. Hft. 2.

gesetzt wurden, oder von heller Hautfarbe waren. Die im Dunkeln gehaltenen blieben gesund, wenigstens innerhalb von vier Tagen, an denen sie beobachtet wurden. Bei einer weissen Kuh, die Wedding mit Theer stückweise geschwärzt hat, erschien der Ausschlag nur an weissgebliebenen Theilen der Haut. Eine gleiche Erscheinung beobachtete er bei weiss- resp. schwarzgescheckten Individuen.

In Betreff der Einwirkung des Lichtes auf den gesunden menschlichen Körper sind folgende Beobachtungen und experimentelle Ergebnisse anzuführen.

Zunächst muss wohl Reid[1] genannt werden, welcher, auf Versuche von Scharling[2] (am Menschen) und Marchand (an Fröschen) gestützt, die Ansicht aussprach, dass die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure in den Nachtstunden geringer als am Tage ist. Ob diese Thatsache von Ruhe oder von Mangel an Licht oder von anderen Momenten abhänge, vermag der Verfasser nicht zu entscheiden.

Ferner war es Berthold,[3] welcher gezeigt hat, dass beim Menschen die Haarproduction am Tage reichlicher sei, als bei Nacht. Somit wäre der Einfluss des Lichtes auf das Wachsthum der Hornbildungen beim Menschen festgestellt.

Mitte sechziger Jahre haben Pettenkofer und Voit[4] bewiesen, dass der Mensch Nachts während des Schlafes weniger Kohlensäure ausscheidet, als während der strengsten Ruhe bei Tag.

Aus den von Bert[5] citirten Bouchard'schen Versuchen geht hervor, dass die violetten Strahlen des Spectrums viel energischer auf die menschliche Haut wirken, als die rothen. Während unter dem Einfluss der ersteren Phlyktaenae entstanden sind, riefen die letzteren nach gleichlang dauernder Einwirkung nur leichte Röthung der Haut hervor.

Nach Wwedenskij[6] soll die Empfindung an den belichteten Partieen der Haut (mittelst des Weber'schen Tastzirkels geprüft) etwas präciser sein, als an den in Dunkelheit versetzten.

---

[1] *Cyklopedia of Anatomy and Physiologie edited* by R. Todd. 1852. Vol. IV. p. 346.

[2] *Ann. de chim. et de pharm.* 1843. Ser. 3. p. 488.

[3] Beobachtung über das quantitative Verhältniss der Nagel- und Haarbildung beim Menschen. Müller's *Archiv*. 1850. p. 158.

[4] Ueber die Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme während des Wachens und Schlafens beim Menschen. *Berichte der Münchner Akademie*. 10. November 1866.

[5] *Rev. sc.* 1878.

[6] *Bul. de l'Ac. des sc. à Pétersb.* 1879.

Im Jahre 1879 berichtete Speck[1] über die an sich selbst ausgeführten Experimente. Er setzte vor die Augen bald farblose, bald gelbe, bald violette Brillen oder aber verband sich die Augen mit einem Tuche und bestimmte die dabei ausgeathmete Kohlensäuremenge. Die Ergebnisse sind negativ ausgefallen, was angesichts der nur $9^1/_2$ bis $12^1/_2$ Minuten lang dauernden Versuche und der nicht vollkommen monochromatischen Gläser wohl leicht erklärlich ist.

Fubini und Ronchi[2] haben an einem 27jährigen Manne nachgewiesen, dass die im Dunkeln durch Vorderarm und Hand ausgeschiedene Kohlensäuremenge sich zu der bei Licht ausgeschiedenen wie 100:113 verhält.

Auch muss noch der auf Veranlassung von Holmgreen gemachten Beobachtungen von Gyllencreutz[3] gedacht werden. Bei Gelegenheit der letzten schwedischen Spitzbergen-Expedition, bei welcher der Letztgenannte als Arzt fungirte, wurde der Einfluss der Polarnacht auf die Hautfarbe studirt. Es war nämlich von früheren Expeditionen her bekannt, dass unter dem Einflusse der Polarnacht die Mitglieder der Expeditionen vorübergehend eine grüngelbliche Gesichtsfarbe annahmen. Verfasser bestätigte diese Thatsache und stellte fest, dass dieselbe objectiver Natur ist.

Schliesslich sei erwähnt, dass Gaschkiewicz[4] ein 4 bis 5 Wochen altes Kind beobachtet hat, welches von seinem berauschten Vater am heiteren Junitage um 11 Uhr Mittags entblösst in Sonne gelegt, dem Einflusse derselben etwa eine Stunde lang ausgesetzt blieb. Die Haut des Kindes wurde zunächst intensiv roth und schwoll an. Nachträglich bildeten sich Blasen, und zwar besonders reichlich im Gesicht. Dass wir hier mit keinem Wärme-, sondern mit einem Lichteffect zu thun haben, wird durch die bekannte Thatsache wahrscheinlich gemacht, dass bei Arbeitern, welche bei grossen Oefen beschäftigt sind, ähnliches nicht beobachtet wird.

Nach Féré[5] wird im Dunkeln die Athmung oberflächlicher und frequenter. Bei einem Individuum belief sich die Respirationsfrequenz im gelben Lichte auf 19 pro Minute, im grünen auf 17 und im rothen nur

---

[1] *Archiv für experimentelle Pathologie.* 1879. Bd. X. S. 1—32.

[2] Ueber die Perspiration der Kohlensäure beim Menschen. *Untersuchungen zur Naturlehre d. Menschen u. d. Thiere* v. Moleschott. Bd. XII. S. 1—30. — Della perspiratione di anidride carbonico nell' uomo. *Archivo per la scienze mediche.* 1876. t. I.

[3] Undersökningar til förklaring af hudfärgens anmärkta förändring efter öfvervintring i polartrakterna, ulförda under den senaste svenska Spetzbergsexpeditionen af dess läkare R. G. *Upsala läkareförenings förhandl.* Bd. XIX.

[4] *Russische Medicin.* 1886. Nr. 37. p. 619. (Russisch.)

[5] *Degénérescence et criminalité, essai physiol.* par Ch. Féré, méd. de Bicêtre. 1888.

auf 15. Der Puls wird unter dem Einflusse des rothen Lichtes voller und seltener, im Dunkeln sinkt derselbe dermassen, dass sich mittelst des Sphygmographen keine Oscillationen mehr nachweisen lassen.

Der Einfluss des Lichtes auf das Entstehen mancher Erkrankungen des Auges wurde in vorliegender Abhandlung nicht berücksichtigt.

Ausser den angeführten Arbeiten verfügen wir noch über eine Reihe von Beobachtungen, welche den therapeutischen Effect des Lichtes resp. des Lichtmangels bei erkrankten Menschen betreffen. Die wichtigsten derselben wollen wir im Nachfolgenden nennen.

Vor Allem verdient erwähnt zu werden die im Jahre 1815 erschienene Abhandlung von Löbel,[1] weiland Professor in Jena. Der Verfasser hebt hervor, dass schon im Alterthum die Aerzte viele Krankheiten, z. B. Wassersucht, Gicht u. s. w., durch Insolation des kranken Organismus geheilt haben. Oribasius und Aetius sollen eine ganz besondere Aufmerksamkeit den sog. Sonnenbädern geschenkt haben. Baco, Richard, Mead und Lind erzählen merkwürdige Beobachtungen von dem Einflusse der Sonne und des Mondes und Winkelmann, Humboldt, Burdach, Doebereiner, J. P. Frank und Andere sollen sowohl die günstige, als auch die schädliche Wirkung des Lichtes auf den menschlichen Organismus bewiesen haben. Neuburg empfahl die Besonnung bei Kopfgicht und Villet[2] hat 1814 darüber Mittheilung gemacht, dass er einen Wassersüchtigen durch tägliche stundenlange Insolation in der Mittagssonne innerhalb 14 Tagen geheilt habe.

Die Sonne wirkt, nach Löbel, nicht bloss durch Wärme und Licht dynamisch auf den Organismus, sondern zugleich chemisch.

Indicationen und Contraindicationen für Insolation von Kranken werden eingehend erörtert, wonach Verfasser zur Beschreibung seines Sonnenbadgefässes (ἡλιοθερμος), dessen Abbildung er beifügt, übergeht. Dasselbe ist zwar nicht zur Anwendung gekommen, doch rühmt er seine Brauchbarkeit in unserem Klima, da der Kranke in demselben vor jeder Luftbewegung verschont bleibt.

Zum Schluss führt Löbel einen Fall von rechtsseitiger Amaurose an, welche er durch Insolation geheilt haben will. Er fixirte ein Brennglas (biconvexe Linse) mittelst eines Bandes vor dem blinden Auge und exponirte

---

[1] Wichtige Ansichten über die Berücksichtigung der Insolation in mehreren Uebelseynformen, vorzüglich in der Amaurose, und über die Realisirung der Idee eines Sonnenbades. *Journal der praktischen Heilkunde* von Hufeland und Harles. Bd. II. St. VI. S. 56.

[2] *Journal général de Médicine, Chirurgie, Pharmacie* etc. 1814. p. 23.

dasselbe täglich je eine halbe Stunde lang bei geschlossenen Lidern der Einwirkung der Sonnenstrahlen. Die übrigen Theile des Kopfes wurden durch Leinwand geschützt. Nach 14tägiger Behandlung erkannte Patient alle Gegenstände und Personen, konnte aber nie mehr lesen.

Im Jahre 1876 berichtete Panza,[1] dass er bei Geisteskranken rothe, violette und blaue Belichtung erprobt habe und zu dem Resultat gekommen sei, dass auf Melancholiker rothe, auf maniakalische Patienten violette und blaue Strahlen vortheilhaft einwirken.

Charpignon[2] will schon in den vierziger Jahren gleiche Wirkung monochromatischen Lichtes bei Somnambulen beobachtet und schon damals darüber berichtet haben.

Auch Martin[3] erreichte durch Application bichromatischer Gläser vortreffliche Resultate. Der Kranke, welcher an progressiver Atrophie des Opticus litt, erfuhr deutliche Besserung durch 1 bis 2 Stunden täglich dauernden Gebrauch von Brillen, welche aus blauen und weissen Glasstreifen hergestellt waren. Durch diesen Erfolg ermuntert, hat Martin in einem der Zimmer seiner Klinik ähnliche bichromatische Fensterscheiben anbringen lassen.

Schliesslich hat Schmidt-Rimpler[4] zweimal eigenartige Delirien bei Augenkranken beobachtet, welche sich im Dunkelzimmer aufhielten. Dieser Zustand ging mit Gesichtshallucinationen, Angstgefühl und Unruhe einher.

Guiseppe[5] hat Kranke mit Synovitis, Tumor albus u. s. w. täglich mehrere Stunden lang während 1 bis 3 Wochen der Einwirkung der Sonne ausgesetzt. Die Exsudate sollen in Folge dessen nach und nach geschwunden sein, die Glieder erlangten allmählich ihre frühere Beweglichkeit, die Haut über den afficirten Gelenken färbte sich dunkel und der Allgemeinzustand wurde besser.

Emmet[6] und nach ihm Snegirew,[7] gestützt auf eigene Erfahrungen,

---

[1] De l'influence de la lumière colorée dans le traitement de la folie. *Annales Médico-psychologiques*. 1876. t. XV. Ser. V.

[2] Influence de la lumière sur certaines névropathies. *Gazette des Hôpitaux*. 1876. p. 168.

[3] De l'emploi de la lumière bleue conjuguée avec la lumière blanche dans le traitement des maladies chroniques de la rétine et du nerf optique etc. *Ebenda*. 1879. Nr. 15.

[4] Delirien nach Verschluss der Augen und im Dunkelzimmer. *Archiv für Psychiatrie*. 1879. Bd. IX. S. 233.

[5] *Giornale veneto di Scienze mediche*. 1879. Vol. I. Ser. IV.

[6] *The principles and Practice of Gynaecology*. Philadelphia 1879.

[7] *Gebärmutterblutungen* u. s. w. Moskau 1884. S. 284. (Russisch.)

preisen den heilsamen Einfluss der Sonnenwannen bei vielen Leiden des Uterus und seiner Adnexen.

Ausserdem berichtet General Pleasanton[1] über den an sich selbst erfahrenen heilsamen Effect der blauen Lichtbäder. Bei einem Eisenbahnunfall trug er Contusionen davon, wonach sich in der Kreuzgegend ein hartnäckiger Schmerz einstellte. Als derselbe den üblichen Mitteln nicht weichen wollte, exponirte Pleasanton die Kreuzgegend der Einwirkung des Lichtes, welches durch blaue Fensterscheiben gegangen war. Nach dreimaliger halbstündiger Belichtung trat vollständige Heilung ein.

Doch nicht auf alle Krankheiten scheint das Licht gleich günstig zu wirken, denn in seinem „Traité de médecine pratique“ behauptet Piorry[2] einen ungünstigen Einfluss des Lichtes auf den Verlauf von Pocken bemerkt zu haben. Aehnliches haben Barlow[3] und Waters[4] beobachtet. Die Letztgenannten behandelten deshalb ihre Pockenkranken bei strengem Lichtabschluss, und zwar angeblich mit bestem Erfolg. Waters legt ausserdem noch Gewicht auf gute Ventilation, mässige Ernährung und innerlichen Gebrauch von Arsen. Im Dunkeln trocknen, nach ihm, die Bläschen ein, statt zu vereitern und hinterlassen keine Narben. Er erzählt mehrere Fälle, wo auf eine kurzdauernde Unterbrechung des Lichtabschlusses sofort Eiterung in den Pocken eintrat, einmal sogar mit tödtlichem Ausgang.

Bereits oben haben wir angesichts der citirten Beobachtungen uns dahin ausgesprochen, dass die Thatsächlichkeit des Lichteinflusses auf den Körper von Menschen und Thieren nicht bestritten werden kann. Es ist ferner ausser Zweifel, dass das Licht, wegen der nicht unbedeutenden Transparenz des thierischen Körpers, auf die ganze ihm zugängliche Masse desselben einwirkt, wobei selbstverständlich nicht nur ein directer, örtlicher Einfluss, sondern auch ein durch Nervenbahnen vermittelter zugestanden werden muss. In letzter Hinsicht spielt das Auge eine hervorragende Rolle.

In Rücksicht auf die soeben angedeutete Transparenz der thierischen Gewebe werden wir durch tägliche Erfahrung belehrt, dass die dicht an einander gelegten Finger, gegen Licht gehalten, je nach Intensität des letzteren, mehr oder weniger durchscheinen. Das Gleiche gilt für Ohr-

[1] Referat aus *Chicago Times* in *Allgemeine med. Central-Zeitung.* 1880. S. 71. Stück 6.

[2] 1848. t. VII. p. 495.

[3] On the exclusion of light in the treatment of small-pox. *Lancet.* 1871. p. 1.

[4] On the action of light in small-pox. *Ebenda.* 1871. p. 151.

muscheln und Augenlider. Was die letzteren anbetrifft, so hat Pflüger[1] ein recht einfaches Verfahren angegeben: „Man braucht sich am Tage nur bei festgeschlossenen Augenlidern den Kopf mit einem dicken undurchsichtigen Tuche für einige Minuten zu bedecken und dann plötzlich das Tuch hinwegzuziehen, um sich von dem lebhaften Lichteindruck zu überzeugen, den die Retina trotz geschlossener Augenlider erfährt."

Wir verfügen aber auch über eine ganze Reihe von Beobachtungen, welche, wiewohl zu ganz anderen, rein praktischen Zwecken gesammelt, doch geeignet sind zu zeigen, dass der Körper des Menschen und der Thiere in grösserem Maasse für Lichtstrahlen durchgängig ist, als es gewöhnlich angenommen wird.

Die älteste Angabe über das Durchscheinen der menschlichen Gewebe stammt wohl von Dessaignes,[2] welcher einen Diamanten leuchten sah, sobald der ihn bedeckende Finger von oben belichtet wurde. Aehnliches fand statt, wenn das Licht durch ein weiss oder sämisch gegerbtes Hammelfell dringen musste — das Fell doppelt genommen hinderte die Phosphorescenz.

Cazenave,[3] Ratier[4] und Jurie[5] sahen bei Belichtung des Perineums die hintere Wand der Urethra durchscheinen.

Fonsagrives[6] (Montpellier) bediente sich der Transparenz der Gewebe ebenfalls zu klinischen Zwecken (Blasenscheidenfisteln, Nasenpolypen u. s. w.).

Czermak und Gerhart suchten diese Eigenschaft des Körpers zur Diagnose von Kehlkopfkrankheiten auszunutzen.

Aubinais[7] hat durch den eingelegten Mutterspiegel bei einer Schwangeren, deren Leib belichtet wurde, Lage und Bewegungen der Frucht sehen können und will einmal sogar die vorgetretene Nabelschnur erkannt haben.

Nach Lücke[8] sind nicht bloss die Geschwülste, welche eine klare Flüssigkeit (z. B. Hydrocele) oder Gallerte enthalten, durchsichtig, sondern

---

[1] Pflüger's Einleitung zur Abhandlung von v. Platen: Ueber den Einfluss des Auges auf den thierischen Stoffwechsel. *Archiv für die gesammte Physiologie.* 1875. Bd. XI. S. 269.

[2] Schreiben an J. C. Delametrie: Ueber einige Erscheinungen der Phosphorescenz durch Bestrahlung; Vendôme, 6. Sept. 1810. *Journal de la Physique.* Novbr. 1810. p. 353. Uebersetzung dieser Abhandlung in Plac. Heinrich: *Ueber die Phosphorescenz der Körper.* Nürnberg 1820. S. 371.

[3] *Nouveau mode d'exploration de l'urèthère.* Paris 1846.

[4] Nouveau moyen d'exploration de tissus souscutanés. *Gaz. méd. de Paris.* 1843.

[5] *Anzeiger der Gesellschaft der Aerzte.* 1875. Nr. 28.

[6] Eclairage artificiel des cavités. *Revue de thér. méd.-chir.* 1860.

[7] Uteroskopie. *L'Union médicale.* 1864. p. 152.

[8] Ueber die Eigenschaft des Durchscheinens bei festen Geschwülsten. *Centralblatt für Chirurgie.* 1875. Nr. 29.

auch sogenannte solide Geschwülste, sofern sie aus einem von heller Flüssigkeit stark durchfeuchteten, zarten Gewebe bestehen.

Bruck[1] hat durch Einbringen des galvanischen Glühlichtes in's Rectum resp. Vagina die hintere Blasenwand zum Durchscheinen gebracht.

Im Jahre 1867 ergriff Milliot[2] (Kiew) die Gelegenheit, um dem internationalen Congress in Paris seine splanchnoskopischen Versuche zu demonstriren. Nach Einführung einer Glühlampe in den Magen resp. Mastdarm bei Hunden und Katzen sah man die Bauchdecken durchscheinen.

Fast gleichzeitig hat L. A. Neugebauer[3] (Warschau) in der hiesigen ärztlichen Gesellschaft die Wirkung seines eigens dazu ersonnenen recht brauchbaren Beleuchtungsapparats an Menschen demonstrirt.

Auch Lazarewitsch[4] (Charkow) arbeitete lange Zeit in derselben Richtung. Er construirte ein Diaphanoskop, welches eben so sinnvoll als leicht zu handhaben ist.

Der Amerikaner Richardson[5] befasste sich mit der Diaphanoskopie jahrelang. Mittelst Magnesium-, Calcium- und electrischen Lichtes hat er an Wangen, Hals, Brust und Thorax erfolgreich experimentirt. Bei einem äusserst abgemagerten Subjecte konnte er durch Belichtung des Thorax von der linken Seite her die Herzcontractionen mit den Augen wahrnehmen. Seine Versuche dehnte Richardson auf Frösche, Hühner und Karpfen aus.

Ferner sei Schramm[6] genannt, welcher die Diaphanoskopie bei gynäkologischen Untersuchungen zu benutzen strebte.

Endlich hat vor Kurzem Voltolini[7] mittelst der eigens dazu hergerichteten Batterie die Edison'sche Lampe zur Quelle recht intensiven Lichtes gemacht. Dieselbe mit einem Spiegelreflector versehen dicht an die Haut des Halses in der Gegend des Kehlkopfes gebracht, lässt durch die Gewebe in das Kehlkopfinnere so viel Licht hinein, dass eine Unter-

[1] *Das Urethroskop und Stomatoskop durch galvanisches Licht.* Breslau 1876.

[2] De la splanchnoscopie par transparence. *Congrès médicale international de Paris.* Paris 1868. p. 493.

[3] Einiges über das Magnesiumlicht als Mittel zur Untersuchung von Ovarialcysten und freien Transudaten. (Polnisch.) *Memoiren d. Warschauer ärztlichen Gesellschaft.* 1868. Bd. LIX. p. 169.

[4] *Die Anwendung d. Diaphanoskopie oder d. Durchscheinens bei Untersuchungen der Gewebe und Organe des weiblichen Beckens.* (Russisch.) Charkow 1868. — *Arbeiten der dritten Naturforscher-Versammlung in Kiew im Jahre 1871.* (Russisch.) Kiew 1873. — *Cursus der Geburtshülfe.* (Russisch.) Charkow 1879. p. 201.

[5] Researches on the Transmission of Light through animal structures. *Lancet.* 1872. p. 617.

[6] Ueber die diaphanoskopische Untersuchung der weiblichen Beckenorgane. *Deutsche Zeitschrift für praktische Medicin.* 1876. Nr. 32.

[7] *Zeitschrift für Therapie.* 1888. Nr. 23.

suchung desselben mit Hülfe des einfachen Kehlkopfspiegels möglich ist. Um Verbrennungen der Haut vorzubeugen, wird die Lampe von einer Wasserschicht umgeben. Da die Hautdecken beim Kinde dünner als beim Erwachsenen sind, so ist diese Methode bei den Ersteren auch leichter anwendbar. Bei Dickhalsigen können zwei Lampen an beiden Seiten des Larynx angebracht werden. Führt man die erwähnte Lampe in die Mundhöhle, so sieht man die sämmtlichen Gesichtsknochen durchscheinen.

Die Wichtigkeit der Frage nach der Transparenz grösserer Wassermassen wird uns wohl rechtfertigen, wenn wir sie an dieser Stelle kurz erörtern, umsomehr, als dabei Methoden zur Rede kommen müssen, die bei diaphanoskopischen Untersuchungen des thierischen Körpers in Anwendung gebracht zu werden verdienen.

Anfangs der siebziger Jahre hat Forel[1] die Transparenz des Wassers im Genfersee mit Hülfe des Silberalbuminatpapiers, also eines wenig empfindlichen Präparats geprüft, welches ohne irgendwelche vor Licht Schutz gewährende Vorrichtung bei Nacht in's Wasser versenkt wurde. Das Papier blieb ein- oder zweimal 24 Stunden liegen und wurde wiederum Nachts herausgenommen. Die Versuche ergaben, dass im Sommer schon in der Tiefe von 45^{m} absolute Dunkelheit herrscht, wogegen im Winter die Grenze derselben um 55^{m} tiefer rückt. Die grössere Abundanz des Wasserstaubes (poussières aquatiques) im Sommer soll diese Differenzen bedingen.

1881 berichtete Asper[2] über die im Zürichersee mit „Gelatinobromureplatten angestellten Versuche. Dieselben wurden ebenfalls Nachts einfach in's Wasser versenkt, was Angesichts der ausserordentlichen Empfindlichkeit der erwähnten Platten den Werth der Angaben von Asper bedeutend verringert.

Erst 1884 benutzten Fol und Saracin[3] einen Apparat, welchen der Erstgenannte erdachte. Derselbe ermöglichte Platten mit „gelatinobromure rapide de Monckhoven“ in beliebige Tiefe des Genfersees am Tage zu versenken, um sie erst dort dem Einflusse des Lichtes zu exponiren. Es wurde constatirt:

1. Das Tageslicht dringt 170^{m} tief in das Wasser des Genfersees. In dieser Tiefe ist am hellen Tage die Lichtintensität derjenigen gleich, welche wir während heller, mondloser Nächte beobachten.

2. In der Tiefe von 120^{m} ist die Lichtstärke noch bedeutend.

---

[1] *Archives des Sciences physiques et naturelles.* 1877. t. LIX. p. 137.

[2] A. a. O. 1881. t. VI. p. 318.

[3] Sur la pénétration de la lumière du jour dans les eaux du lac de Genève *Compt. rendus.* 1884. t. XCIX. p. 783.

3. Bei trübem Wetter dringt das Licht im September viel tiefer in's Wasser, als bei vollkommen klarem Himmel im August. Ob dieser Umstand von der Quantität des Wasserstaubes abhängt, oder ob angenommen werden müsse, dass das durch Wolken diffundirte Licht leichter die Wassermassen durchdringe, als die mehr oder weniger schrägen directen Sonnenstrahlen, vermochten die Verfasser nicht zu entscheiden.

Wir können nicht umhin den Umstand hervorzuheben, dass die Bekleidung des Menschen seinen Körper nicht in dem Grade vor Licht schützt, als man zu glauben gewöhnt ist.

Im Laboratorium von Erismann in Moskau hat Bubnow[1] eine Reihe von Versuchen ausgeführt, um die Transparenz der Bekleidungsstoffe für photochemische Strahlen zu studiren. Er exponirte zu diesem Ende photographisches Papier, das mit dem zu prüfenden Zeug sorgfältig bedeckt war. Der Grad, in welchem das Silberpapier vom Licht angegriffen wurde, diente als Maassstab der Durchsichtigkeit des Stoffes.

Es wurde ermittelt, dass:

1. sowohl die aus thierischem, als auch pflanzlichem Material angefertigten Kleiderstoffe für photochemische Strahlen durchgängig sind.

2. Das ungefärbte Zeug besitzt diese Eigenschaft in höherem Grade als das gefärbte — von dem letzten wiederum ist das schwarze am wenigsten transparent.

3. Die Durchgänglichkeit der Stoffe für Licht ist von ihrer Farbe und Dicke abhängig. Ob diffuses oder directes Licht einwirkt, ist gleichgültig.

IV.

Ein Jeder, der fiebernde Kranke aufmerksam beobachtete, hat constatiren müssen, dass im Allgemeinbefinden derselben eine geheimnissvolle Periodicität sich bemerken lässt: in der ersten Hälfte des Tages tritt gewöhnlich eine mehr oder weniger deutliche Besserung ein, welche länger oder kürzer anhält, worauf der Zustand eine Verschlimmerung erfährt, die in der ersten Nachthälfte am meisten ausgesprochen ist. Aber nicht nur das subjective Krankheitsgefühl ist täglichen Schwankungen unterworfen, Gleiches geschieht auch mit objectiven Krankheitserscheinungen, vor Allem mit der Temperatur.

---

[1] *Sammlung von Arbeiten aus dem hygienischen Laboratorium der Universität Moskau.* (Russisch.) 1888. Hft. 2.

Dieselbe ist schon bei gesunden Menschen keine constante, sondern sie zeigt periodische, alle 24 Stunden sich wiederholende Schwankungen.

„Wenn man mit Jürgensen," sagt Liebermeister,[1] „die vierundzwanzigstündige Periode in Tag und Nacht eintheilt und den ersten von 6 Uhr Morgens bis 6 oder 8 Uhr Abends rechnet, so ergiebt sich, dass im Allgemeinen beim gesunden, ruhenden und normal ernährten Menschen die Temperatur während des Tages anhaltend steigt, während der Nacht anhaltend sinkt." Das Tagesmaximum fällt in die Abendstunden zwischen 5 bis 8 Uhr.

Was den fieberhaften Zustand anbetrifft, so constatirt Liebermeister, dass bei Febris continua die normalen Tagesschwankungen der Körpertemperatur unverändert fortbestehen.

Die Morgenremissionen und Abendexacerbationen sind im Fieber, nach Chojnowski,[2] als Ausdruck des Gesetzes der täglichen Schwankungen der thierischen Wärme anzusehen.

Die schon so oft ventilirte Frage nach den Ursachen der täglichen Schwankungen der Temperatur ist leider bis jetzt noch nicht erledigt worden. Es lag nahe, dieselbe von Nahrungsaufnahme resp. Hunger, von Arbeit resp. Ruhe u. s. w., also von Factoren abhängig zu machen, welche fähig sind, die Temperatur des Körpers zu steigern, bezüglicherweise herabzudrücken.

Allein Chossat[3] hat dargethan, dass auch bei hungernden Thieren die Eigenwärme um die Mittagszeit die höchste und um Mitternacht die niedrigste sei, wonach sie bis zum folgenden Mittag im continuirlichen Steigen begriffen ist. Ferner sagt Liebermeister: „Wenn z. B. die Nahrungsaufnahme in die Zeit der sinkenden Temperatur fällt, wie meist beim Abendessen, so wird durch dieselbe gewöhnlich kein Steigen bewirkt; und wenn wir auch am späten Abend und bis in die Nacht hinein ebenso intensiv arbeiten, als während des Tages, so wird dadurch das Sinken der Temperatur zwar verzögert, aber nicht verhindert. Und ebenso findet das Steigen der Temperatur am Vormittag statt, auch wenn wir im Bett liegen bleiben und keine Nahrung zu uns nehmen. Aus den ausgedehnten Beobachtungen von Jürgensen und ebenso aus dem Verhalten von Fieberkranken ergiebt sich, dass auch bei vollkommener Ruhe die Tages-

---

[1] *Handbuch der Pathologie und Therapie des Fiebers.* Tübingen 1875.

[2] Ueber die spontane Schwankung der Temperatur des menschlichen Körpers im Zustande der Gesundheit und Krankheit. (Polnisch.) Separatabdruck. *Annalen der Krakauer Akademie der Wissenschaften.* 1864. Bd. XXXI.

[3] Recherches expérimentales sur l'inanition. *Mémoire prés. par divers savants à l'Académie royale des sciences de l'institut de France. Sciences mathématiques et physiques.* 1843. t. VIII. p. 483—640.

schwankungen in ausgeprägter Weise fortbestehen, und dass sie selbst durch völlige Abstinenz von aller Nahrung nicht aufgehoben werden. Diese Thatsachen haben es allmählich dahin gebracht, dass die Unmöglichkeit, die Tagesschwankungen aus den bekannten Einflüssen (Nahrung, Bewegung u. s. w.) zu erklären, fast allgemein als feststehender Lehrsatz gilt."

In der That verzichten Chojnowski[1] und Jürgensen[2] auf irgend welche Erklärung dieser Erscheinung. Liebermeister glaubt die Unabhängigkeit der Tagesschwankungen von den ursprünglichen Ursachen (Nahrung, Bewegung u. s. w.) der Gewöhnung zuschreiben zu können.

Indessen wies Krieger[3] darauf hin, dass der typische Gang der Eigenwärme umkehrbar sei, wenn man am Tage schlafe, in der Nacht wache, esse, trinke und arbeite.

Jüngst hat Ugol. Mosso[4] darauf bezügliche Versuche angestellt und es gelang ihm auf diese Weise, das Tagesmaximum auf die Morgenstunden zwischen 5 und 9 Uhr zu verlegen. Allein diesen Ergebnissen ist keine allzu grosse Bedeutung zuzuschreiben, da Mosso wegen des eingetretenen Fiebers seine Versuche nur verhältnissmässig kurze Zeit fortsetzte.

Vielleicht, dass Messungen der Temperatur bei Menschen, die seit Jahren regelmässig während der Nacht wachen und arbeiten, am Tage ruhen und schlafen, wie Nachtwächter, Bäcker u. s. w., zur Lösung dieses Räthsels beitragen würden.

Wie die Wärme, zeigt auch der Stoffumsatz und die Ausscheidung im menschlichen Körper gleiche Schwankungen und zwar ebenfalls aus einem uns nicht bekannten Grunde.

In Bezug auf die Schwankungen der Harnstoffausscheidung z. B. sagt Ludwig,[5] dass sie „im ruhenden und hungernden Individuum nicht fortwährend gleich bleibt. In einer von Becher an sich selbst gewonnenen Beobachtung ging Harn und Harnstoffmenge vom Morgen bis in die späteren Nachmittagsstunden unter Auf- und Abschwankungen der höchsten Erhebung zu und sank von da wieder." An einer anderen Stelle finden wir bei demselben Forscher, dass: „nach Becher der CO_2-Gehalt des Blutes auf- und absteigt, selbst an solchen Tagen, an welchen keine Nahrung aufgenommen und die Gliedmaassen wenig bewegt wurden. Unmittelbar nach dem Erwachen steht die CO_2 hoch, sinkt bis gegen

[1] A. a. O. p. 32.

[2] *Die Körperwärme des gesunden Menschen.* Leipzig 1873.

[3] *Zeitschrift für Biologie.* Bd. V. S. 479.

[4] Recherches sur l'inversion des oscillations diurnes de la température chez l'homme normal. *Arch. ital. de Biol.* 1887. t. VIII. Fasc. II. p. 177.

[5] *Lehrbuch der Physiologie des Menschen.* 1861. Bd. II. S. 386.

11 Uhr ab, steigt dann bis um 3 Uhr auf ihr Maximum und sinkt dann wieder gegen den Abend."[1] Auf Seite 100 a. a. O. lesen wir, dass „die Zahl der Pulse in der Minute sich mit der Tageszeit ändert, und zwar unabhängig von der Nahrung und den Körperbewegungen". Schliesslich soll „Arnold, der am Hunde die Gallenabsonderung von der 18. bis 42. Stunde der Hungerzeit Stunde um Stunde verfolgte, gefunden haben, dass der feste Rückstand auf- und abschwankte; namentlich erreichte Morgens und Abends die Menge der festen Galle ein Maximum und Mittag und Mitternacht ein Minimum".[2]

Zum Schluss wollen wir noch die Thatsachen anführen, welche Bouchard[3] ermittelt hat. Auf Grund zahlreicher Versuche ist er nämlich zur Ueberzeugung gelangt, dass der Urin, welcher in gleichen Zeitabschnitten während des Schlafes gebildet, weniger giftige Stoffe enthalte als derjenige, welcher während des Wachens secernirt wurde. Der erste ruft vornehmlich Krämpfe, der zweite, welcher entweder gar keine oder nur schwach ausgesprochene Krämpfe verursacht, wirkt narkotisch. Im Wachen bildet der Körper einen Stoff, dessen cumulirende Wirkung den Schlaf bewirkt, während des Schlafes aber wird statt dessen eine krampferregende Substanz producirt, deren cumulirende Wirkung Muskelcontractionen und schliesslich das Erwachen bedingt.

Wenn wir am Schlusse dieser Mittheilung die beiden freilich noch weiter zu prüfenden Thatsachen zusammenstellen, nämlich, dass das Licht auf manche pathogenen Bacterienarten schädigend einwirkt und dass es den thierischen Stoffwechsel anregend beeinflusst, so soll es uns nicht befremden zu erfahren, dass das Licht gewissen Krankheiten gegenüber sich nichts weniger als indifferent verhalte. Vor allen Dingen ist dieser Einfluss der Belichtung bei manchen Infectionskrankheiten zu erwarten, und zwar in denjenigen, in welchen die Krankheitserreger entweder dem von aussen eindringenden Lichte, oder den in Körperhöhlen eventuell eingebrachten Lichtquellen zugänglich sind. In der That haben manche Versuche wie wir bereits gesehen haben, solchen Einfluss auf die septisch erkrankten Kaninchen höchst wahrscheinlich gemacht.

Es hiesse Eulen nach Athen tragen, wollten wir noch an dieser Stelle auf die Bedeutung des Lichtes für Hygiene und Heilkunde hinweisen.

---

[1] *Ebenda.* S. 525.

[2] *Ebenda.* S. 828.

[3] *Leçons sur les Auto-intoxications dans les maladies.* Paris 1887.

Wenn wir endlich hinzufügen, dass die Tagesschwankungen der Temperatur sowohl im kranken, als auch im gesunden Organismus zur Zeit noch ihrer Erklärung harren, so sehen wir gar nicht ein, warum der Einfluss des Lichtes auf die genannten Erscheinungen a priori auszuschliessen wäre, um so mehr, als unseres Wissens bis nun Beweise darüber nicht erbracht worden sind, dass das Licht keinen Einfluss auf dieselben ausübe.

Litteratur-Verzeichniss.

Einfluss des Lichtes auf Mikroorganismen.

Downes und Blunt, Researches on the Effect of Light upon Bacteria and other Organisms. *Proceedings of The Royal Society of London.* December 1877 Vol. XXVI. p. 488.

Warrington, *Chemical News.* December 1877.

Schlösing und Müntz, Sur la nitrification par des ferments organisés. *Compt. rend. hebdomad. des séances de l'académie des sciences.* 1877. t. LXXXV. p. 1018.

Soyka, Ueber den Einfluss des Bodens auf die Zersetzung organischer Substanzen. *Zeitschrift für Biologie.* 1878. Bd. XIV. S. 466.

Downes und Blunt, On the Influence of Light upon Protoplasm. *Proceed. of The R. S. of London.* Dec. 1878. Vol. XXVIII. p. 199.

Tyndall, Note of the Influence exercised by Light on Organic Infusions. *Ebenda.* Dec. 1878. Vol. XXVIII. p. 212.

Derselbe, On the Arrestation of Infusorial Life. *Nature.* Sept. 1881. Vol. XXIV. p. 466.

J. Jamieson, The Influence of Light on the Developement of Bacteria. *Ebenda.* Juli 1882. Vol. XXVI. p. 244.

Derselbe, The Influence of Light on Bacteria. *Trans. and Proceed. of The R. S. of Victoria.* Vol. XX. p. 2—6.

Downes, *Ebenda.* Vol. XX. p. 1—2.

Gladstone and Tribe, *Journal Chem. Soc.* August 1883.

E. Duclaux, Influence de la lumière du soleil sur la vitalité des germes des microbes. *Compt. rend.* Janvier 1885. t. C. p. 119.

Derselbe, Sur la durée de la vie chez les germes des microbes. *Ann. de chim. et de phys.* Mai 1885. 6. Ser. t. V. p. 57.

Arloing, Influence de la lumière sur la végétation et les propriétés pathogénes du Bacillus anthracis. *Compt. rendus.* Février 1885. t. C. p. 378.

Duclaux, Influence de la lumière du soleil sur la vitalité de micrococcus. *Ebenda.* Août 1885. t. CI.

Arloing, Influence du soleil sur la végétabilité de spores du Bacillus anthracis. *Ebenda.* Août 1885. t. CI. p. 511.

Derselbe, Influence du soleil sur la végétation, la végétabilité et la virulence des cultures du Bacillus anthracis. *Ebenda.* Août 1885. t. CI. p. 535.

Nocard, *Recueil de Médecine vétérinaire.* 1885.

Downes, On the Action of Sunlight on Microorganismus etc., with a Demonstration of the Influence of diffused Light. *Proceed. of The R. S. of London.* Jan. 1886. Vol. XL. p. 14.

Arloing, Influence de la lumière blanche et de ses rayons constituants sur le développement et les propriétés du bacillus anthracis. *Archives de physiologie normale et pathologique.* 1886. t. VII. Nr. 3. p. 209—235.

Strauss, *Société de Biologie.* 1886. p. 473.

Lübbert, Biologische Spaltpilzuntersuchung. Der Staphylococcus pyogenes aureus und der Osteomyelitiscoccus. *Verhalten zum Licht.* Würzburg 1886. S. 14.

Arloing, Les spores du Bacillus anthracis sont réellement tuées par la lumière solaire. *Compt rend.* Mars 1887. t. CIV. p. 701.

Roux, De l'action de la lumière et de l'air. *Annales de l'inst. Pasteur.* Sept. 1887. Nr. 9. p. 445.

Arloing, *Ebenda.* Déc. 1887. Nr. 12. p. 595.

Gaillard, *De l'influence de la lumière sur les Micro-Organismes.* Lyon 1888.

Dandrieu, Influence de la lumière dans la destruction des bactéries p. servir à l'étude du „tout à l'égout." *Annales d'Hygiène* etc. 1888. p. 448—451.

Engelmann, Die Pupurbacterien und ihre Beziehungen zum Licht. *Botan. Zeitung.* 1888. Nr. 42—45.

Serrano E. Fatigati, Influence des divers couleurs sur le développement et la respiration des infusoires. *Compt. rend.* t. LXXXIX. p. 595.

Schröter, Ueber einige durch Bacterien gebildete Pigmente. Cohn's *Beiträge zur Biologie der Pflanzen.* 1872. Hft. 2. S. 111.

Klebs, *Allgemeine Pathologie.* Jena 1887. Erster Theil. S. 85, 97 und 131.

Godziackij, Ueber den Einfluss einiger Factoren auf Kohlensäurebildung durch den Staub der Wohnräume. *Dissertation.* St. Petersburg 1888. S. 29. (Russisch.)

Engelmann, Bacterium photometricum: ein Beitrag zur vergleichenden Physiologie des Licht- u. Farbensinnes. Pflüger's *Archiv f. Physiol.* 1883. Bd. XXX. S. 95.

Macnamara, *A treatise on Asiatic Cholera.* London 1870.

Fabian, Ueber Bedingungen und klinische Bedeutung der Wärmesteigerung im Fieber. *Memoiren der Warschauer ärztlichen Gesellschaft.* 1886. Hft. 1. S. 31. (Polnisch.)

Einfluss des Lichtes auf den gesunden thierischen Organismus.

W. F. Edwards, *De l'influence des agents physiques sur la vie.* Paris 1824. p. 396.

Higginbothom, Influence des agents physiques sur le développement du têtard de la grenouille. *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux* de Brown-Séquard. 1863. t. VI. p. 209.

Derselbe, On the influence of physical agents on the tadpole of the Triton and the Frog. *Philosophical Transactions.* 1850.

Mc. Donnel, Exposé de quelques expériences concernant l'influence des agents physiques sur le développement du têtard de la grenouille commune. *Journal* de Brown-Séquard. 1859. t. II. p. 627.

Rusconi, Observations anatomiques sur la sirène mise en parallèle avec le protée et le têtard de la salamandre aquatique. Paris 1837. p. 39.

Schmarda, Der Einfluss des Lichtes auf die Infusionsthierchen. *Oestr. Jahrb.* December 1845.

Brücke, Untersuchungen über den Farbenwechsel des afrikanischen Chameleons. *Bericht der mathemat.-naturwissenschaftlichen Classe d. K. Akad. der Wissenschaft.* Wien 1852. Bd. IV.

Bidder und Schmidt, *Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel.* Mitau und Leipzig 1852. S. 317.

v. Wittich, Die grüne Farbe der Haut unserer Frösche, ihre physiologischen und pathologischen Veränderungen. Müller's *Archiv.* 1854.

Moleschott, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Menge der vom Thierkörper ausgeschiedenen Kohlensäure. Wittelhöfer's *Wiener med. Wochenschrift.* 1855. Nr. 43. S. 681.

Derselbe, *Annales de sciences naturelles Zoologie.* Série 4. t. IV. p. 209.

Marmé und Moleschott, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Reizbarkeit der Nerven. *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere* von Moleschott. 1857. Bd. I. S. 15—51.

Beclard, Note relative à l'influence de la lumière sur les animaux. *Compt. rend.* t. XLVI. p. 441.

E. du Bois-Reymond, Ueber lebend nach Berlin gelangte Zitterwelse aus West-Afrika. *Untersuchungen* von Moleschott. 1858. Bd. V. S. 124.

Selmi und Piacentini, Dell' influenza del raggi colorati sulla respiratione. *Rendi conti del Reale Instituto Lombardo di Scienze e Lettere.* 1870. Vol. III. Ser. 2. p. 51. Refer. in *Allg. med. C.-Z.* 1872. S. 810.

Auerbach, Ueber die Einwirkung des Lichtes auf befruchtete Frosch-Eier. *Centralblatt für die med. Wissenschaften.* 1870. Nr. 23. S. 357.

Pöey (Pleasanton), Influence de la lumière violette sur la croissance de la vigne, des cochons et des taureaux. *Compt. rend.* t. LXXIII. p. 1236.

Chassanowitz, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Kohlensäure-Ausscheidung im thierischen Organismus. *Dissertation.* Königsberg 1872.

Hammond, Some points relative to the sanitary influence of Light. *The Sanitarian.* 1873—74. Vol. I.

Schnetzler, De l'influence de la lumière sur le développement des larves des grenouilles. *Archives des Sciences physiques et naturelles.* t. LI. p. 147.

Pouchet, Ueber die Wechselbeziehung zwischen der Netzhaut und der Hautfarbe einiger Thiere. *Wiener med. Jahrbücher.* 1874. S. 42.

Derselbe, Note sur l'influence de l'ablation des yeux sur la coloration de certaines espèces animales. *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie.* 1874.

Pott, Vergleichende Untersuchungen über die Mengenverhältnisse der durch Respiration und Perspiration ausgeschiedenen Kohlensäure u. s. w. *Habilitationsschrift.* Jena 1875.

v. Platen, Ueber den Einfluss des Auges auf den thierischen Stoffwechsel. Pflüger's *Archiv.* Bd. XI. S. 272.

Lessona, *Dell' azione della luce gugli animali.* Turin 1875.

Bert, *Gazette Hebdomadaire.* 1875. p. 741.

Fubini, Ueber den Einfluss des Lichtes auf das Körpergewicht der Thiere. *Untersuchungen* von Moleschott. 1876. Bd. XI. S. 488.

Young, De l'influence de différents couleurs du spectre sur la développement des animaux. *Compt. rend.* t. LXXXVII und *Archives de zoologie expérimentale et générale.* 1878. t. VII. Nr. 2.

Uskoff, Einfluss von farbigem Licht auf das Protoplasma des Thierkörpers, *Centralblatt für die med. Wissenschaft.* 1879. Nr. 25.

Wwedenskij, *Bull. de l'Acad. des sc. à Péterb.* 1879.

Bert, Influence de la lumière sur les êtres vivants. *Rev. sc.* 1878. Nr. 42.

van Pesch, Eenige verschijnselen bij de ademhaling van kleine kevers. *Amsterdammer Maandblad voor natuurwetenschappen.* 1879. p. 116.

Engelmann, Ueber Reizung contractilen Protoplasmas durch plötzliche Beleuchtung. Pflüger's *Archiv.* Bd. XIX. Hft. I und Donders und Engelmann, *Onderzockingen gedaan en het phys. Laborat. d. Utrecht. Hoogeschool.* Hft. III. S. 181.

Fubini, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Kohlensäure-Ausscheidung bei den Batrachiern nach Wegnahme der Lungen. *Untersuchungen* v. Moleschott. 1881. Bd. XII. S. 100.

Moleschott und Fubini, Ueber den Einfluss gemischten und farbigen Lichtes auf die Ausscheidung der Kohlensäure bei Thieren. *Ebenda.* 1881. Bd. XII. S. 266.

Fubini, Influenza della luce sulla respiratione del tessuto nervoso. *Archivio di Bizzozero.* 1879. Vol. III. Nr. 19. p. 23.

Derselbe, Ueber den Einfluss des Auges auf einige Lebenserscheinungen. Moleschott's *Untersuchungen.* 1876. Bd. XI. S. 578.

di Defilippi, Sulla struttura della cute dello Stellio caucasicus. *Memoria letta all' Accademia della Scienze di Torino.* Serie III. t. XXIII.

Marshall, Die Ontogenie von Reniera filigrana O. Schm. *Zeitschr. für wiss. Zoologie.* 1882. Bd. XXXVII. S. 225.

Graber, Fundamentalversuche über die Helligkeits- und Farbenempfindlichkeit augenloser und geblendeter Thiere. *Wiener Sitzungsberichte, mathem.-naturw. Classe* 1883. Bd. LXXXVII. Abth. I. S. 201—236.

Engelmann, Ueber Bewegungen der Zapfen- und Pigmentzellen unter dem Einflusse d. Lichtes u. Nervensystems. Pflüger's *Archiv.* 1884. Bd. XXXV. S. 498.

Ultzmann, Ueber Potentia generandi und Potentia coeundi. *Wiener Klinik.* 1885.

Fubini und Spallitta, Influenza della luce monochromat. sulla espirazione di acido carbonico. *Archivo per le scienze mediche.* 1887. Vol. II. p. 315.

Golownin, *Das Tagebuch der III. Versammlung der Gesellschaft russischer Aerzte.* St. Petersburg 1888. Nr. 2. (Russisch.)

Boll, *Sull' Anatomia e Fisiologia della Retina.* Roma 1877. — *Monatsberichte der Berliner Akademie.* 11. Januar und 15. Februar 1877. S. 1—9. — *Centralblatt für die med. Wissenschaft.* 1877. Nr. 13 und 23.

Kühne, Zur Photochemie der Netzhaut. Heidelberg 1877 und Ueber den Sehpurpur. *Centralblatt der med. Wissenschaft.* 1877. S. 193.

Valentin, Beiträge zur Kenntniss des Winterschlafes der Murmelthiere. Das Netzhautroth. *Untersuchung* von Moleschott. 1881. Bd. XII. S. 31.

Gordnew, *Dissertation.* Kasan 1882. (Russisch.)

Einfluss des Lichtes auf den erkrankten Organismus der Thiere.

Kondratiew, Einige Versuche über den Verlauf der bei Thieren künstlich erzeugten Sepsis unter dem Einflusse verschiedenartiger Belichtung. *Dissertation.* St. Petersburg 1880. (Russisch.)

Wedding, Einfluss des Lichtes auf die Haut der Thiere. *Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie.* 1887. S. 67. — *Zeitschrift für Ethnologie.* 1887. Hft. 2.

Einfluss des Lichtes auf den gesunden Organismus der Menschen.

Reid, *Cyklopedia of Anatomy and Physiology.* Edited by R. Todd. 1852. Vol. IV. p. 346.

Scharling, *Ann. de chim. et de pharm.* 1843. Sér. 3. p. 488.

Berthold, Beobachtungen über das quantitative Verhältniss der Nagel- und Haarbildung beim Menschen. Müller's *Archiv.* 1850. S. 158.

Pettenkoffer und Voit, Ueber die Kohlensäure-Ausscheidung und Sauerstoff-Aufnahme während des Wachens und Schlafens beim Menschen. *Berichte der Münchner Akademie.* 10. Nov. 1866.

Bert, *Rev. sc.* 1878.

Wwedenskij, *Bull. de l'Acad. de sc. à Péterb.* 1879.

Speck, *Archiv für experimentelle Pathologie.* 1879. Bd. X. S. 1—32.

Fubini und Ronchi, Ueber die Perspiration der Kohlensäure beim Menschen. *Untersuchungen* von Moleschott. Bd. XII. S. 1—30. — Della perspiratione di anidride carbonico nell' uomo. *Archivo per la scienz. mediche.* 1876. t. I.

Gyllencreutz, Undersökningar til förklaring af hudfärgens aumärkta förändring efter öfvervintring in polartrakterna, ulförda under den senaste svenska Spetzbergsexpeditionen. *Upsala läkareförenings förhandl.* 1884. Bd. XIX.

Gaschkiewicz, *Russische Medicin.* 1886. (Russisch.)

Féré, *Degénérescence et criminalité, essai physiologique.* 1888.

Einfluss des Lichtes auf den erkrankten Organismus des Menschen.

Löbel, Wichtige Ansichten über die Berücksichtigung der Insolation in mehreren Uebelseynformen, vorzüglich in der Amaurose, und über die Realisirung der Idee eines Sonnenbades. *Journal der prakt. Heilkunde* von Hufeland und Harles. Bd. II. St. VI. S. 56.

Villet, *Journal général de Médecine, Chirurgie, Pharmacie* etc. 1814. p. 23.

Panza, De l'influence de la lumière colorée dans le traitement de la folié. *Anal. Médico-psychologiques.* 1876. t. XV. Sér. V.

Charpignon, Influence de la lumière sur certaines névropathies. *Gazette des Hôpitaux.* 1876. p. 163.

Martin, De l'emploi de la lumière bleue conjuguée avec la lumière blanche dans le traitement des maladies chroniques de la rétine et du nerf optique etc. *Ebenda.* 1879. Nr. 15.

Guiseppe, *Giornale veneto di Scienze medicine.* 1879. Vol. I. Ser. IV.

Emmet, *The Principles and Practice of Gynaecology.* Philadelphia 1879.

Snegirew, *Gebärmutterblutungen* u. s. w. Moskau 1884. (Russisch.)

Schmidt-Rümpler, Delirien nach Verschluss der Augen und im Dunkelzimmer. *Archiv für Psychiatrie.* Bd. IX. S. 233.

Pleasanton, Refer. aus *Chicago Times* in *Allgem. med. Centr.-Ztg.* 1880. Stück 6. S. 71.

Piorry, *Traité de médecine practique.* Paris 1848. t. VII. p. 495.

Barlow, On the exclusion of light in the treatment of small-pox. *Lancet.* 1871. p. 1.

Waters, On the action of light in small-pox. *Ebenda.* 1871. p. 151.

Transparenz der menschlichen und thierischen Gewebe.

Pflüger, Desselben Einleitung zur Abhandlung von v. Platen. *Archiv für die gesammte Physiologie.* 1875. Bd. XI. S. 269.

Dessaignes, Ueber einige Erscheinungen der Phosphorescenz durch Bestrahlung. *Journal de la physique.* Nov. 1810. p. 353. Schreiben an J. C. Delametrie. Uebersetzung dieser Abhandlung in Plac. Heinrich, *Ueber die Phosphorescenz der Körper.* Nürnberg 1820. S. 371.

Cazenave, *Nouveau mode d'exploration de l'uréthère.* Paris 1846.

Ratier, Nouveau moyen d'exploration de tissus souscutanés. *Gaz. méd. de Paris.* 1843.

Jurie, *Anzeiger der Gesellschaft der Aerzte.* 1875. Nr. 28.

Fonsagrives, Eclairage artificiel des cavités. *Rev. de thér. méd.-chir.* 1860.

Aubinais, Uteroskopie. *L'Union médicale.* 1864. p. 152.

Lücke, Ueber die Eigenschaft des Durchscheinens bei festen Geschwülsten. *Centralblatt für Chirurgie.* 1875. Nr. 29.

Bruck, *Das Uteroskop u. Stomatoskop durch galvanisches Licht.* Breslau 1876.

Milliot, De la splanchnoscopie par transparence. *Congrès médical international de Paris.* Paris 1868. p. 493.

L. A. Neugebauer, Einiges über das Magnesiumlicht als Mittel zur Untersuchung von Ovarialcysten und freien Transudaten. *Memoiren d. Warschauer ärztl. Gesellschaft.* 1868. Bd. LIX. S. 169. (Polnisch.)

Lazarewitsch, *Die Anwendung der Diaphanoskopie oder des Durchscheinens bei Untersuchungen der Gewebe und Organe des weiblichen Beckens.* Charkow 1868. (Russisch.) — *Arbeiten der dritten Naturforscher-Versammlung in Kiew 1871.* Kiew 1873. (Russisch.) — *Cursus der Geburtshülfe.* Charkow 1879. S. 201. (Russisch.)

Richardson, Researches on the Transmission of Light through animal structures. *Lancet.* 1872. p. 617.

Schramm, Ueber die diaphanoskopischen Untersuchungen der weiblichen Beckenorgane. *Deutsche Zeitschrift für prakt. Medicin.* 1876. Nr. 32.

Voltolini, *Zeitschrift für Therapie.* 1888. Nr. 23.

Transparenz des Wassers, der Kleiderstoffe u. s. w.

W. A. Miller, On the photograph. Transparency of various Bodies etc. *Philosophical Transactions.* t. CLII. II. p. 871.

Forel, *Archives de Sciences phys. et natur.* 1877. t. LIX. p. 137. (Wasser.)

Asper, *Ebenda.* t. VI. p. 318. (Wasser.)

Fol und Saracin, Sur la pénétration de la lumière du jour dans les eaux du lac de Génève. *Compt. rend.* 1884. t. IC. p. 783.

Bubnow, (Kleiderstoffe) *Sammlung von Arbeiten aus dem hygienischen Laboratorium der Universität Moskau.* 1888. Hft. 2. (Russisch.)

Arbeiten gemischten Inhaltes.

Liebermeister, *Handbuch d. Pathologie u. Therapie d. Fiebers.* Tübingen 1875.

Chojnowski, Ueber die spontane Schwankung der Temperatur des menschlichen Körpers im Zustande der Gesundheit und Krankheit. *Annalen der Krakauer Akademie der Wissenschaften.* 1864. Bd. XXXI. (Polnisch.)

Chossat, Recherches expérimentales sur l'inanition. *Mémoire prés. par divers savants à l'Académie royale des sciences de l'institut de France. Sc. math. et phys.* 1843. t. VIII. p. 438—640.

Jürgensen, *Die Körperwärme des gesunden Menschen.* Leipzig 1873.

Krieger, *Zeitschrift für Biologie.* Bd. V. S. 479.

Ugol Mosso, Recherches sur l'inversion des oscillations diurnes de la température chez l'homme normal. *Arch. ital. de Biol.* 1887. t. VIII. Fasc. II. p. 177.

Ludwig, *Lehrbuch d. Physiol. d. Menschen.* 1861. Bd. II. S. 386, 525, 323, 100.

Bouchard, *Leçons sur les Auto-intoxications dans les maladies.* Paris 1887.

d'Arsonval, Action thermoisolatrice du vide sec. *G. R. Soc. de Biologie.* 11 Février 1888. p. 136.

Draper, On a new form of spectrometer and on the distribution of the intensity of Light in the spectrum. *Journ. of Sc. and Arts.* Juli 1879. Vol. VIII. Nr. 3. p. 30.

Cohn, Tageslichtmessungen in Schulen. *Deutsche med. Wochenschr.* 1884. Nr. 38.

Derselbe, Ueber Sehschärfe bei photometrischem Tageslicht u. s. w. *Centralblatt für prakt. Augenheilkunde.* 1884. S. 279.

Baas, *Grundriss d. Geschichte d. Medicin u. des heilenden Standes.* 1876. S. 26.

Sertürmer, Neuentdeckte, höchst wirksame China-Alkaloide. *Journ. d. prakt. Heilkunde* von Hufeland und Osann. 1829. Bd. LXVIII. St. I. S. 3.

Pfeffer, *Pflanzenphysiologie.* 1881. Bd. II. S. 181.

Sachs, Ueber die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf die Blüthenbildung. *Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg.* 1887. Bd. III. Hft. 3. S. 387.

Uebersichten.

Landgrebe, *Ueber das Licht, vorzugsweise über die chemischen und physiologischen Wirkungen desselben.* Marburg 1834. 600 Seiten.

Sanson-Alphons, *De l'influence de la lumière sur le développement et la santé.* Paris 1852. 31 Seiten.

Moleschott, *Licht und Leben.* 1856 in Zürich gehaltene Antrittsrede. 3. Aufl. Giessen 1879.

Winslow, *Light: its influence on life and health.* London 1867. 301 Seiten.

Kleinpaul, *Die Sonne und das Leben.* Rochlitz i./S. 1880. 19 Seiten.

Duclaux, *Annales de l'institut Pasteur.* Février 1887. Nr. 2. p. 88.

Charpentier, *La lumière et les couleurs au point de vue physiologique.* Paris 1888. 352 Seiten.

Paschutin, *Cursus der allgemeinen und experimentellen Pathologie.* 1885. Bd. I. S. 77—82. (Russisch.)

Uffelmann, Die hygienische Bedeutung des Sonnenlichtes. *Wiener Klinik.* 1889. Hft. 3.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Vergiftungen durch Baumwolle, die mit chromsaurem Blei gefärbt ist.

Von

Dr. Th. Weyl.

Herr Dr. Carry in Lyon macht im *Lyon médical*[1] eine höchst merkwürdige Mittheilung über eine Reihe von Vergiftungsfällen bei Garnhasplerinnen, welche alle durch das Abhaspeln einer Anzahl gelber oder orange gefärbter Garne hervorgerufen waren. Die Patientinnen litten an chronischer Dyspepsie, verloren den Appetit, zeigten häufiges Erbrechen und hochgradige Schwäche, die Manche von ihnen an's Bett fesselte. Auch Koliken, welche sich mehrere Male hintereinander wiederholten, kamen zur Beobachtung.

Auf die Betheiligung des Nervensystems deuteten ununterbrochene Schmerzen namentlich in Stirn und Schläfe, aber auch im Epigastrium und in der Regio lumbalis. Es bestand eine deutliche, aber nicht absolute Analgesie der Haut über den Händen, namentlich über den Vorderarmen. Die rechte Oberextremität war stärker befallen als die linke.

Als besonders auffallende Symptome erwähnt Carry einen schiefergrauen Saum um den Rand des Zahnfleisches. Die Räume, in denen die Unglücklichen schafften, waren eng und schlecht ventilirt. Ein gelber, flockiger Ueberzug bedeckte Maschinen und Fussböden.

Jeder Arzt, welcher Carry's Krankengeschichte, die ich im Auszuge mittheile, liest, muss aus den Symptomen die Diagnose „Bleivergiftung" stellen. Dies that auch Carry, wie S. 6 des Separatabzuges zeigt.

---

[1] *Lyon médical.* 1888. Bd. LVII. p. 77.

Er wurde aber durch die chemische Untersuchung der Garne irregeführt, welche Pouchot, Professor der Chemie an der École de la Martinière in Lyon, auf Veranlassung Carry's vornahm. Die Analysen des genannten Chemikers ergaben Folgendes:[1]

„Ces cotons sont mordancés à l'aide d'un sel d'antimoine dont on retrouve des traces à l'analyse. Il n'y a pas trace de plomb (! Ref.)

L'echantillon No. 1 (... qui dégage tant de poussière) est teint avec du jaune de Martius (Martiusgelb) . . .

Le No. 2 (c'est l'échantillon jaune clair) est teint avec le jaune N de la maison Poirier; c'est un jaune naphtol analogue au précédent.

Le No. 3 (. . .) est teint avec du jaune solide qui est l'amido-azobenzol disulfonate de sodium."

Alle Arbeiterinnen mit Ausnahme einer einzigen, welche Garn Nr. 2 haspelte, wickelten Garn Nr. 1 ab. Garn Nr. 3, das mit einem sulfurirten Azofarbstoff — nach Pouchot's Meinung — gefärbt war, scheint ungiftig zu sein.

Auf meine Bitte hatte nun Herr Carry die grosse Freundlichkeit, mir Proben der verdächtigen Garne zu übersenden.

Wie ich in Uebereinstimmung mit Herrn Dr. G. Schultz in Berlin, dem ausgezeichneten Kenner der Textilfarben, versichern kann, sind die mir zugesandten Proben mit chromsaurem Blei (Chromgelb und Chromorange), aber weder mit Martiusgelb, noch mit Jaune solide, noch mit Jaune N Poirier gefärbt.

Nachweis und Bestimmung des chromsauren Bleies liess sich in allen drei Garnproben leicht auf folgende Weise ermöglichen.

Nachweis. Einige Garnfäden werden mit Natronlauge in der Wärme behandelt. Hierdurch lässt sich die Farbe vollständig abziehen.

Die alkalische Lösung giebt auf Zusatz von Schwefelammon einen schwarzen Niederschlag. Derselbe wird abfiltrirt und mit heisser Salpetersäure aufgenommen. Die concentrirte Lösung lässt auf Zusatz von Schwefelsäure und Alkohol weisses Bleisulfat fallen, welches sich mit Schwefelwasserstoff schwärzt. — Die Chromsäure weist man in der Garnasche nach, indem man diese wie unter „Bestimmung" (s. u.) mitgetheilt ist, behandelt. Das abgeschiedene Chromoxyd wird durch Schmelzen mit Soda und Salpeter in Alkali-Chromat verwandelt, welches sich in Wasser mit gelber Farbe löst, die auf Zusatz von Säure in Roth (Entstehung von Bichromat) übergeht.

Zur Bestimmung des chromsauren Bleies wurden gewogene Garnmengen verascht und mit Salzsäure und Alkohol erhitzt. Das hierbei

---

[1] S. 8 des Sonderabzugs.

gebildete Chlorblei wird gesammelt, ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Die alkoholisch salzsaure Lösung enthält das Chromchlorür. Sie wird, bis der Alkohol entwichen ist, gekocht und nach Zusatz von Ammoniak in geringem Ueberschuss so lange bei circa 100° C. digerirt, bis die über dem Niederschlage stehende Flüssigkeit völlig farblos erscheint. Der Niederschlag setzt sich leicht ab. Er wird dreimal mit heissem Wasser decantirt, auf dem Filter völlig ausgewaschen und nach dem Trocknen geglüht und gewogen.

Auf diese Weise erhielt ich die folgenden Werthe. Die in der zweiten Rubrik befindlichen Bemerkungen sind die Aufschriften der Täfelchen, welche von Dr. Carry's eigener Hand herrühren und an den übersandten Garnen befestigt waren. Von Garn Nr. 3 stand mir keine für eine vollständige Analyse zureichende Menge zur Verfügung. Die Asche ist deshalb als Bleichromat berechnet, nachdem in derselben sowohl Blei wie Chromsäure nachgewiesen waren.

Garn-Nr.	Dr. Carry's Bemerkungen	In Grm. Garn	Asche grm	$PbCl_2$ grm	Cr_2O_3 grm	Asche Procent	Bleichrom.[1] $PbCrO_4$ Procent der Asche
1	„Coton en flotte teinte au jaune de Martius (jaune d'or du commerce) très toxique." (1te Sendung)	4·0805	0·3535	0·289	0·1066	8·66	95·3
2	„Coton en flotte teinte au jaune de Martius (jaune d'or du commerce) très toxique. Mme. Rule." (2te Sendung)	2·288	0·173	0·116	0·0686	7·56	77·4
3	„Coton en flotte teinte au jaune de N Poirier, toxique" . . .	0·6740	0·0494	—	—	7·32	100·0[2]

Nach vorstehenden Analysen besteht die Asche der untersuchten Garne — wenigstens von Nr. 1 und 2 — vorwiegend aus chromsaurem Blei.

Es ist daher mehr als wahrscheinlich, dass die von Carry beschriebenen Fälle als Bleivergiftungen zu bezeichnen sind. Hierfür sprechen die von Carry beobachteten Symptome, hierfür auch der Umstand, dass es mir nicht gelungen ist, auf dem Garne irgend einen Azofarbstoff oder Nitrofarbstoff[3] nachzuweisen.

[1] Aus den Werthen für $PbCl_2$ berechnet.

[2] Siehe den Text.

[3] Siehe Th. Weyl, *Die Theerfarben*. Berlin 1889. Liefrg. I.

Wodurch der Lyoner Chemiker Pouchot getäuscht wurde, weiss ich nicht. Dass ihm andere Garne als mir vorgelegen haben sollten, ist nach Lage der Umstände nicht anzunehmen.[1]

Die Anwendung des chromsauren Bleies zum Färben von Gespinnstfasern ist wie in Frankreich so auch im Deutschen Reich durch kein Gesetz verboten.

Es ist ein hygienisches Postulat, dass hier Abhülfe geschafft werde.[2]

---

[1] Es ist mir übrigens ohne Schwierigkeit gelungen Baumwolle mit chromsaurem Blei in denselben rothen und gelben Schattirungen zu färben, welche die Lyoner Garne zeigten. Die gelbe Farbe (Chromgelb $PbCrO_4$) erhielt ich auf folgende Weise. Die Baumwolle wurde mit essigsaurem Blei längere Zeit digerirt, dann mit schwefelsaurem Natron behandelt. Hierdurch schlägt sich Bleisulfat auf der Faser nieder. Nach dem Auswaschen und Ausringen kam das Garn in eine heisse Lösung von Kaliumbichromat. — Passirte das gelb gefärbte Garn eine kochende Lösung von Kalkmilch, so entwickelte sich die orange Färbung unter Bildung von Chromorange ($PbCrO_4 + PbO$).

[2] Die Garne habe ich dem hiesigen Hygiene-Museum übergeben.

Berlin, März 1889.

Ueber einige typische Mikroorganismen im Wasser und im Boden.

Von

Grace C. Frankland,

und

Percy F. Frankland, Ph. D.,
**B. Sc. (Lond.) F. C. S. F. J. C. Assoc. Roy. Sch. of Mines
Professor der Chemie am University College, Dundee.**

(Hierzu Taf. II—IV.)

Im Verlaufe unserer fortgesetzten Untersuchungen über die in den natürlichen Wässern vorkommenden Mikroorganismen begegneten wir einer Reihe von Bacterienformen, welche wir uns vornahmen rein zu cultiviren und so zu charakterisiren, dass ihre sichere Wiedererkennung durch spätere Beobachter möglich wäre.

Es ist dieses beim Studium der durch Mikroorganismen hervorgerufenen chemischen Veränderungen von grosser Wichtigkeit; denn es ist klar, dass beim Mangel einer einigermassen vollständigen Beschreibung der Organismen, welche specifische Veränderungen hervorbringen, solche Untersuchungen sehr viel an Werth einbüssen.

So sind wir für zwei chemische Vorgänge von hervorragender Bedeutung, für die Nitrification des Ammoniaks und die Verwandlung von Harnstoff in kohlensaures Ammon, – Processe, von denen doch seit lange bekannt ist, dass sie auf der Wirkung von Bacterien beruhen, — bis heute noch nicht im Besitze einer einigermassen systematischen Beschreibung der ursächlichen Mikroorganismen, an der Hand welcher wir dieselben etwa mit derselben Sicherheit auffinden und erkennen könnten, wie z. B. Cholerabacillen oder Milzbrand- und Tuberkelbacillen.

Für eine solche Auffindung und sichere Erkennung wird die ausschliessliche Beschreibung der mikroskopischen Charaktere — wenn über-

haupt — nur in den seltensten Fällen ausreichend sein; vielmehr müssen die mikroskopischen Beobachtungen durch vollständige Beschreibung der makroskopischen Charaktere des Wachsthums der Mikroorganismen in festen und flüssigen Nährböden ergänzt werden. Sowohl das Fehlen einer derartig genauen Beschreibung, als auch die Unsicherheit in Betreff der Reinheit des verwendeten Materials sind es wesentlich, welche früheren Arbeiten in dieser Richtung so sehr viel von ihrer Bedeutung nehmen.

Indessen sind doch einige, wenn auch verhältnissmässig wenige, der im Wasser vorkommenden Bacterienformen mit Hülfe der modernen Methoden isolirt und in Culturen auf festen Nährböden (deren Anwendung allein eine sichere Charakterisirung und Unterscheidung von Bacillen- und Mikrokokkenarten ermöglicht) genau studirt worden.

Eisenberg[1] giebt die kurze aber nothwendiger Weise oft unvollständige Beschreibung einiger Wasserbacterien, denen er folgende Namen beilegt:

Violetter Bacillus	. . .	verflüssigen die Gelatine.
Grüngelber "	. . .	
Rother "	. . .	
Gasbildender "	. . .	
Verflüssigender "	. . .	
Grüngelber "	. . .	lassen die Gelatine fest.
Fluorescirender "	. . .	
Weisser "	. . .	

Von diesen konnte nur der „violette Bacillus" mit einem der von uns beschriebenen Mikroorganismen identificirt werden, obwohl aus der Beschreibung, welche Eisenberg von den Colonieen desselben giebt, hervorzugehen scheint, dass er dieselben nicht genauer mit schwacher Vergrösserung, sondern nur mit blossem Auge angesehen hat; weiterhin erwähnt er nicht die Sporenbildung, welche wir deutlich beobachten konnten. Eine genauere Beschreibung dieses Bacillus findet sich bei C. Fränkel.[2]

Von Meade Bolton[3] ist sehr kurz ein Micrococcus aquatilis beschrieben. Derselbe fand sich reichlich in der Göttinger Wasserleitung und hatte die Fähigkeit, sich sogar im destillirten Wasser ungemein stark zu vermehren.

---

[1] *Bacteriologische Diagnostik.* Berlin 1886.

[2] *Grundriss der Bacterienkunde.* 1887. S. 184.

[3] *Diese Zeitschrift.* Bd. I. S. 94.

Flügge[1] beschreibt einen, ebenfalls im Wasser vorkommenden, Bacillus erythrosporus, welcher schon vorher von Eidam, dann von Cohn und Miflet[2] in faulenden eiweisshaltigen Flüssigkeiten gefunden war.

Vergleichung von Luft- und Wasserbacterien.

Demjenigen, der die Mikroorganismen der Luft einem eingehenderen Studium unterwirft, kann es nicht entgehen, dass in derselben Mikrokokken und Schimmelpilze vorherrschen, dass dagegen Bacillenformen nur relativ selten zur Beobachtung kommen. Im Wasser dagegen fanden wir stets sehr reichlich Bacillen, nur selten Kokken und Schimmelpilze. Wir sind in der That bei unseren sehr zahlreichen Untersuchungen von Wasserplatten keiner einzigen Mikrokokkenart begegnet, während die wenigen Schimmelpilze, welche in solchen Culturen gefunden wurden, fast immer aus der Luft auf die Platten gefallen zu sein schienen. Wir sind natürlich vollständig davon überzeugt, dass sowohl Schimmelpilze als auch Kokken im Wasser vorkommen, und wir führen die ebengenannten Thatsachen nur an, um die relative Seltenheit der Schimmelpilze und Kokken im Vergleich zu den Bacillen hervorzuheben. Die letzteren allein sind Gegenstand der vorliegenden Abhandlung.

Durch Mikroorganismen bewirkte chemische Umsetzungen.

Wie schon oben bemerkt, haben wir zunächst die einzelnen Formen sorgfältig isolirt und beschrieben und mit diesem reinen Material dann Experimente über die durch Mikroorganismen verursachten Umsetzungen angestellt.

Die einfachsten Umsetzungen, von denen wir wissen, dass sie durch Bacterien bewirkt werden, sind vielleicht die Oxydation von Ammoniak zu salpetriger und Salpetersäure und die Reduction von Salpetersäure zu salpetriger Säure und Ammoniak.

Die Wirkung der verschiedenen Mikroorganismen auf Ammoniak einerseits, auf Salpetersäure andererseits wurde von dem einen von uns methodisch untersucht, besonders auch mit Rücksicht auf die Frage, ob nicht die verschiedene Wirkung auf diese Stoffe ein brauchbares Unterscheidungsmerkmal für die einzelnen Arten abgeben könnte.

Für diese Versuche waren Nährlösungen von möglichst einfacher Zusammensetzung erforderlich. Die von uns angewandte Nährflüssigkeit wurde wie folgt bereitet.

---

[1] *Die Mikroorganismen.* 1886. S. 288.

[2] Cohn's *Beiträge zur Biologie der Pflanzen.* Bd. III. S. 128.

Zunächst stellten wir eine Lösung der verschiedenen für das Gedeihen der Mikroorganismen nothwendigen Salze von folgender Zusammensetzung her:

Phosphorsaures Kali	1·0 grm
Magnesiumsulfat (cryst.)	0·2 „
Calciumchlorid (fusum)	0·1 „
Wasser	1000 „

Hiervon wurden weiter zwei verschiedene Lösungen hergestellt, von denen die eine Chlorammonium, die andere Calciumnitrat enthielt.

Die erste Lösung sollte dazu dienen festzustellen, ob die in Frage kommenden Bacterien Ammoniak zu salpetriger Säure und Salpetersäure oxydiren könnten, die zweite, ob sie im Stande seien, Salpetersäure zu reduciren.

Ammoniaklösung:

400 ccm der oben angegebenen Salzlösung,
240 „ Invertzuckerlösung (5 grm Rohrzucker wurden invertirt und in 1000 ccm Wasser gelöst),
200 „ Ammoniumchloridlösung (5 grm NH_4Cl in 500 ccm H_2O),
1 grm Pepton,
15 „ Calciumcarbonat puriss.

Das Ganze wurde mit Wasser dann auf 4000 ccm verdünnt.

Nitratlösung:

400 ccm Salzlösung,
240 „ Invertzuckerlösung,
240 „ Calciumnitratlösung (5 grm $Ca(NO_3)_2$ in 500 ccm H_2O),[1]
1 grm Pepton,
15 „ Calciumcarbonat.

Ebenfalls mit Wasser auf 4000 ccm verdünnt.

Mit diesen Lösungen wurden gut sterilisirte, mit Wattepfropfen versehene Glaskölbchen zum Theil gefüllt und darauf das Ganze durch einstündiges Kochen im Dampfofen an drei auf einander folgenden Tagen sicher sterilisirt.

Die Kölbchen wurden dann in üblicher Weise mit sterilisirter Platinnadel mit den verschiedenen Mikroorganismen inficirt.

Die geimpften Kolben hielten wir theilweise bei gewöhnlicher Temperatur (im Laboratorium), theilweise bei höherer Temperatur im Brütofen, wie unten näher angegeben werden wird.

---

[1] In einzelnen Fällen enthielt die Nitratlösung die doppelte Menge Calciumnitrat, also 10 grm in 500 ccm H_2O.

Wirkung der Mikroorganismen auf Ammoniaklösungen.

In keinem Falle wurde eine Oxydation des Ammoniaks beobachtet, so dass keinem der untersuchten Mikroorganismen nitrificirende Eigenschaften zuzukommen scheinen.

Wenn die geimpften Kolben nach sechswöchentlichem Wachsthum untersucht wurden, gelang es niemals auch nur eine Spur von Salpetersäure oder salpetriger Säure nachzuweisen.

Wirkung der Mikroorganismen auf die Nitratlösung.

Die bei diesen Versuchen erhaltenen Resultate sind insofern interessant, als beim Wachsthum von einigen Mikroorganismen die Salpetersäure in der Nährflüssigkeit gänzlich unverändert blieb, während ein anderer Theil der Bacterien sie sehr schnell und in ausgedehntem Maasse zu salpetriger Säure reducirte. Einige Male endlich verschwand eine ziemlich beträchtliche Menge von Salpetersäure aus der Flüssigkeit, ohne dass salpetrige Säure nachgewiesen werden konnte. In diesem Falle war die Salpetersäure vielleicht von den wachsenden Mikroorganismen assimilirt.

In einigen Fällen gab die Nitratlösung auch starke Ammoniakreaction (mit Nessler's Reagens), in anderen war die Reaction schwächer und manchmal fehlte sie ganz.

Nach dem Ausfall der quantitativen Untersuchung lag die Vermuthung nahe, dass das gefundene Ammoniak nicht einer Reduction von Salpetersäure oder salpetriger Säure, sondern der Zersetzung des Peptons seinen Ursprung verdankte. Die Menge des gefundenen Ammoniaks ging nämlich in keinem Falle erheblich über die dem Stickstoff des zugefügten Peptons entsprechende Menge hinaus. Eine etwa vorhandene etwas grössere Menge erklärt sich vielleicht dadurch, dass beim Ueberimpfen der verschiedenen Mikroorganismen von Gelatineculturen in die Lösungen noch geringe Mengen Pepton und Gelatine aus der Stammcultur mit übertragen wurden. In einigen Fällen wurde ferner schon Ammoniak gefunden, als alle vorhandene Salpetersäure nachweislich noch unverändert war.

Bei der Constanz der Resultate, welche wir beim Eindringen der verschiedenen Mikroorganismen in die Nitratlösung erhielten, bei der Leichtigkeit ferner, mit welcher die qualitativen Proben auf Ammoniak und salpetrige Säure auszuführen sind, schien uns die Methode für die Unterscheidung von Mikroorganismen in den Fällen von Werth zu sein, wo die morphologischen Charaktere allein zur Differentialdiagnose nicht ausreichen.

So haben wir z. B. in einer früheren Mittheilung einen „Bacillus cereus“ beschrieben, welcher morphologisch die grösste Aehnlichkeit mit

dem Bacillus subtilis (Heubacillus) besitzt und auch durch das Aussehen seiner Culturen nur schwer von diesem zu unterscheiden ist. In der oben beschriebenen Nitratlösung dagegen lässt sich die Verschiedenheit der beiden Arten durch ihr verschiedenes Verhalten gegen Salpetersäure auf das allerdeutlichste nachweisen. Während nämlich der Bacillus cereus auf Salpetersäure, unter Bildung grosser Mengen von Nitrit, stark reducirend wirkt, übt der B. subtilis auf das Nitrat nicht den geringsten Einfluss aus. Dasselbe ist am Ende des Versuchs noch in derselben Menge in der Lösung enthalten, wie vor der Einimpfung des Bacillus.

Methode der Kartoffelculturen.

Die gebräuchlichste Methode der Kartoffelculturen ist bekanntlich folgende: Feste Kartoffeln werden zunächst mittelst einer Bürste gründlich gereinigt und etwa vorhandene Augen mit einem spitzen Messer ausgestochen. Dann kommen die Kartoffeln eine halbe Stunde in Sublimatlösung, und werden endlich, nachdem das Sublimat durch Waschen mit sterilisirtem destillirten Wasser gründlich entfernt ist, eine halbe Stunde bis 40 Minuten im Dampfofen gekocht und dann in einer mit Sublimat sterilisirten Doppelschale abkühlen lassen. Nach dem Erkalten werden sie mit sterilisirtem Messer durchschnitten und, die Schnittfläche nach oben, in eine sterilisirte feuchte Kammer eingelegt.

Diese Methode hat verschiedene Nachtheile, deren hauptsächlichster darin besteht, dass, weil nach dem Kochen im Dampfofen noch so viele Manipulationen mit den Kartoffeln vorgenommen werden müssen, letztere sehr häufig durch Schimmelpilze und andere aus der Luft stammende Mikroorganismen verunreinigt werden. Weiterhin ist gegen die Behandlung der Kartoffeln mit Sublimat einzuwenden, dass es unter Umständen vorkommen kann, dass etwas von dem Desinficiens auf die Schnittfläche der Kartoffel geräth und dadurch das Wachsthum der aufgeimpften Mikroorganismen in nicht unbedeutender Weise behindert werden kann. Ueberhaupt erscheint es principiell wünschenswerth, bei allen bacteriologischen Arbeiten die Sterilisation mit chemischen Mitteln so viel wie möglich zu vermeiden und, wo es eben geht, die auf physikalischer Einwirkung beruhenden Methoden anzuwenden. Deshalb haben wir auch immer die viel zuverlässigere Methode zur Sterilisation von Kartoffeln, welche von Esmarch[1] angegeben ist, angewandt. Hiernach werden die sorgfältig abgewaschenen Kartoffeln in Scheiben von hinreichender Dicke und Grösse zerschnitten, die anhaftende Schale entfernt und nun jede Scheibe auf den

---

[1] *Centralblatt für Bacteriologie.* Bd. I. S. 26.

Boden einer kleinen sterilisirten Glasschale mit Deckel gelegt. Die so beschickten Glasschalen werden nun an zwei auf einander folgenden Tagen 30 bis 40 Minuten im Dampfofen gekocht, und sind dann zum Gebrauch fertig. Auf diese Weise wird die chemische Sterilisation sowohl der Kartoffeln, wie der feuchten Kammern vollständig vermieden, und auch die Luftverunreinigung ist, da die Kartoffeln nach dem Sterilisiren mit nichts mehr in Berührung kommen, fast vollständig ausgeschlossen.

Eine zweite vorzügliche Methode für Kartoffelculturen verdanken wir Meade Bolton.[1] Dieser sticht mit einem Apfelbohrer cylindrische Stücke aus den Kartoffeln aus, schneidet das eine Ende des Cylinders schräg ab und führt die Stückchen mit der schrägen Fläche nach oben in Reagensgläser ein, welche mit Watte verschlossen und in gewöhnlicher Weise im Dampfofen sterilisirt werden. Obgleich diese Methode sehr bequem ist und manche Vortheile besitzt, ist sie doch wegen der kleinen zur Verfügung stehenden Oberfläche der Kartoffel zum Studium des charakteristischen Wachsthums der Mikroorganismen weniger geeignet, da hierzu gerade eine möglichst grosse Oberfläche wünschenswerth erscheint.

Beschreibung verschiedener im Wasser gefundener Mikroorganismen.

Bacillus arborescens.

Diesen sehr charakteristischen Mikroorganismus haben wir häufig in dem Theile der Londoner Wasserleitung, welcher vom Flusse aus versorgt wird, gefunden. Er kommt darin zwar gerade nicht in sehr grosser Menge vor, aber seine Colonieen auf der Platte sind so charakteristisch, dass sie mit der grössten Leichtigkeit erkannt und zwischen etwa gleichzeitig vorhandenen Colonieen der verschiedensten anderen Bacterien herausgefunden werden können.

Mikroskopisches Aussehen. Der Bacillus färbt sich am besten mit Magenta. Bei starker (1000maliger) Vergrösserung erscheint er als ein schlankes Stäbchen mit abgerundeten Enden von etwa 2·5 μ Länge und von 0·5 μ Breite. Die aus Gelatineculturen stammenden Bacillen hängen oft zu zwei, drei oder vier zusammen (s. Taf. II, Fig. 2 *A*, Präparat aus einer Gelatinecultur), während in Bouillonculturen oft wellenförmige Fäden von ansehnlicher Länge gebildet werden (s. Taf. II, Fig. 2 *B*). Sporenbildung konnte in keiner Cultur beobachtet werden.

Im hängenden Tropfen schien der Bacillus in oscillirender Bewegung zu sein, doch konnte eine wirkliche Vorwärtsbewegung durch das Gesichtsfeld nicht constatirt werden.

---

[1] *Centralblatt für Bacteriologie.* Bd. II. S. 459.

Aussehen der Culturen. Plattenculturen. Schon nach 24 Stunden haben die Colonieen bei schwacher Vergrösserung (etwa 100fach) ein hochcharakteristisches und nicht zu verkennendes Aussehen. Die Colonie besteht dann aus einem dünnen axialen Stamm mit wurzelförmigen Ausläufern an beiden Enden (Taf. II, Fig. 2 *C*). Bei weiterer Entwickelung der Colonie wird der axiale Stamm dicker, während die verzweigten Enden sich so stark entwickeln, dass das Ganze des Aussehen einer Weizengarbe bekommt (s. Taf. II, Fig. 2 *E*). In diesem Stadium ist auch das Aussehen der Colonie schon für das blosse Auge sehr auffallend. Dieselbe erscheint als irisirendes, in der Mitte eingeschnürtes, an den Enden radiär gestreiftes Bündel. Später wird die Gelatine langsam verflüssigt, wobei der centrale Theil der Colonie eine gelbe Farbe annimmt, während die Peripherie, welche sich in unregelmässigen Windungen immer weiter ausdehnt, in der schönsten Weise irisirt (s. Taf. II, Fig. 2 *D*).

Gelatineculturen. Etwa am zweiten Tage sieht man auf der Oberfläche eine irisirende Ausbreitung. In der Mitte derselben zeigt sich eine kleine Einsenkung der Gelatine, die mit einer halbflüssigen gelblichen Masse gefüllt ist; längs des Impfstiches besteht eine grauliche, durchscheinende, wolkige Trübung. Die Verflüssigung der Galatine an der Oberfläche schreitet nur langsam fort, wobei die am Grunde des Trichters gelagerte gelbe Masse zunimmt. Im Impfstich dagegen machen sich auch im Verlauf von 14 Tagen weitere Veränderungen für gewöhnlich nicht bemerkbar.

Agar-Agar-Culturen. Das Wachsthum auf Agar-Agar ist nicht besonders charakteristisch. Es bildet sich im Impfstich eine, nach beiden Seiten nur wenig über denselben hinausragende schmutzig orangefarbene Auflagerung, deren Ränder schwach irisirend und radiär gestreift erscheinen.

Bouillonculturen. Die Flüssigkeit wird trübe, doch bildet sich keine oberflächliche Haut; dagegen sammelt sich am Boden allmählich ein orangefarbener Satz.

Kartoffelculturen. Es bildet sich eine dicke, glänzende, höckerige Auflagerung von tief orangerother Farbe, welche sich jedoch nicht weit über die Impfstelle hinaus verbreitet. Die Oberfläche in der Umgebung der Cultur erleidet keine Verfärbung, wie dieses zuweilen bei anderen Mikroorganismen beobachtet wird.

Wirkung auf Nitrate. Impft man das Bacterium in eine wässerige Lösung von Calciumnitrat mit Zucker und Pepton, so findet kein sichtbares Wachsthum statt, und ebenso wenig lässt sich eine Reduction des Nitrats zu Nitrit constatiren.

Bacillus aquatilis.

Diesen Organismus haben wir am häufigsten im Wasser aus den in der Kreide angelegten Tiefbrunnen der Kent-Gesellschaft gefunden. Bei der Untersuchung dieses Wassers zeigen sich auf den Platten oft kaum Colonieen von anderen Bacterien. Da seine jüngsten Colonieen sehr klein und wenig charakteristisch sind, so ist es nicht ganz leicht sie mit Sicherheit zu erkennen, sondern man muss zu dem Zweck die Platten erst einige Tage auswachsen lassen.

Mikroskopisches Aussehen. Bei 1000facher Vergrösserung erscheint der B. aquatilis als schlanker Bacillus, welcher dem oben beschriebenen B. arborescens sehr ähnlich ist, sowohl in den Grössenverhältnissen als auch im sonstigen ganzen Aussehen. Die Länge des einzelnen Bacillus beträgt $2 \cdot 5\,\mu$, während die Fäden oft eine Länge von $17\,\mu$ und mehr erreichen (s. Taf. II, Fig. 1 *A* und *B*). Sporen wurden niemals gefunden. Im hängenden Tropfen zeigten die Bacillen und Fäden nur oscillatorische Bewegungen; die langen Fäden lagen sogar oft ganz ruhig.

Aussehen der Culturen. Die tiefen Colonieen sind zunächst glattrandig und wenig charakteristisch; bei fortschreitender Entwickelung wird der Rand unregelmässiger, und wenn die Colonie an die Oberfläche durchbricht, beginnt eine sehr langsame Verflüssigung des Gelatine. Jetzt wird das Aussehen sehr charakteristisch. Von einem gelbbraunen Centrum aus erstrecken sich gewundene Bündel von Fäden, welche, zunächst ebenfalls gelbbraun, nach der Peripherie zu allmählich farblos werden. Fig. 1 *C* auf Taf. II zeigt eine tiefe Colonie; der Rand ist schon unregelmässig, aber die Verflüssigung hat noch nicht begonnen. In Fig. 1 *D* ist eine oberflächliche Colonie gezeichnet, welche die Gelatine schon verflüssigt hat, und von deren röthlichem, granulirtem Centrum sich gewundene Bündel gegen die Peripherie erstrecken. Beide Colonieen sind etwa 100 mal vergrössert.

Gelatineculturen. Das Wachsthum ist hier ein ausserordentlich langsames. Auf der Oberfläche entwickelt sich eine kleine gelbliche Cultur, während der Impfstich eben sichtbar wird. Verflüssigung tritt sehr spät ein, die verflüssigte Gelatine ist getrübt. Wenn aber die Verflüssigung einmal begonnen hat, schreitet sie schneller fort.

Agarculturen. In Strichculturen bildet sich eine glänzende gelbliche Auflagerung, welche sich nur wenig über den Impfstrich hinaus ausdehnt.

Bouillonculturen. Die Flüssigkeit wird trübe, und es sammelt sich auf dem Boden des Glases allmählich ein weisslicher Satz. Eine oberflächliche Haut wird nicht gebildet.

Kartoffelculturen. Auf diesem Nährboden wächst der Bacillus überhaupt kaum; es zeigt sich nur ein ganz schwacher gelblicher Strich an der Stelle, wo die Impfnadel über die Kartoffelfläche gezogen wurde.

Unterschiede zwischen B. arborescens und B. aquatilis.

Diese beiden Mikroorganismen, welche sich unter dem Mikroskop so sehr gleichen, können mit Leichtigkeit durch folgende Merkmale unterschieden werden:

1. Das viel langsamere Wachsthum des B. aquatilis.
2. Durch die grossen Unterschiede im Aussehen der Colonieen.
3. Durch die Unfähigkeit des B. aquatilis, auf Kartoffeln eine deutliche Cultur zu bilden.

Wirkung auf Nitrate. Die Lösung von Calciumnitrat mit Zucker und Pepton wird vom B. aquatilis rasch, aber ohne Bildung eines erheblichen Bodensatzes, getrübt. Salpetrige Säure lässt sich in der Lösung nicht nachweisen, wohl dagegen giebt dieselbe mit Nessler's Reagens eine starke Ammoniakreaction; zugleich ist ein ziemlich grosser Theil der Salpetersäure verschwunden. So war z. B. in einem Falle die Reduction Salpetersäure in folgendem Verhältniss vor sich gegangen.

Stickstoff in Salpetersäure in der ursprünglichen Lösung	33·75 Th.	auf	100,000
Stickstoff in Salpetersäure nach 40 tägigem Wachsthum	25·97 ,,	,,	,,
Salpetrige Säure	0·0 ,,	,,	,,
Ammoniakalischer Stickstoff	2·61 ,,	,,	,,

Ein ähnliches Resultat erhielten wir in einem anderen Versuch, in welchem die Lösung vor weiterem Luftzutritt geschützt wurde.

Stickstoff in Salpetersäure in der ursprüngl. Lösung	33·75 Th.	auf	100,000
Stickstoff in Salpetersäure nach 41 tägigem Wachsth.	26·21 ,,	,,	,,
	25·97 ,,	,,	,,
Salpetrige Säure	0·0 ,,	,,	,,
Ammoniakalischer Stickstoff	1·34 ,,	,,	,,

Bacillus liquidus.

Diesem Bacterium begegnet man sehr häufig im unfiltrirten Themsewasser. Auf Platten bildet er grosse, schalenförmige verflüssigende Colonieen mit fast ganz klarem und farblosem Inhalt.

Mikroskopisches Aussehen. Bei starker (1000facher) Vergrösserung erscheint er als ein kurzer, dicker Bacillus mit abgerundeten Enden. Die Bacillen liegen gewöhnlich zu zweien an einander, wobei die Länge eines Paares zwischen 1·5 und 3·5 μ variirt; überhaupt sind die Grössenverhältnisse sehr wechselnd. Fig. 4 *A* auf Taf. II zeigt das Aussehen von Bacillen aus einer einzelnen Gelatinecolonie. Sporen wurden nicht gefunden.

Im hängenden Tropfen fanden wir die Bacillen ebenfalls gewöhnlich zu zweien zusammenhängend und sehr beweglich.

Aussehen der Culturen. Plattenculturen. Bei schwacher Vergrösserung erscheinen die Colonieen zunächst, so lange sie in der Tiefe der Gelatine liegen, als glattrandige, kreisförmig begrenzte Scheiben; wenn die Verflüssigung beginnt, wird der Rand etwas körnig und zackig, während das Centrum dunkel bleibt. Das Wachsthum und die Verflüssigung schreiten jetzt rasch vor, so dass die Colonieen bald eine bedeutende Grösse erreichen und in einander fliessen. Auf Taf. II, Fig. 4 *B* sind die beiden verschiedenen Formen der Colonieen bei schwacher Vergrösserung abgebildet.

Die Verflüssigung geht nicht so schnell vorwärts wie beim B. viscosus, von welchem der liquidus übrigens sehr leicht zu unterscheiden ist, sowohl durch das Fehlen der grünen Fluorescenz, als auch durch die deutlich schalenförmige Einsenkung der Colonieen.

Gelatineculturen. Das Wachsthum ist ein sehr schnelles; im Verlauf weniger Tage bildet sich längs des Impfstiches bis zum Ende desselben herunter ein weiter Trichter. Derselbe enthält eine trübe Flüssigkeit mit flockigen Massen von fahler Farbe. Im Laufe der Zeit bedeckt sich die Oberfläche der Flüssigkeit mit einer dünnen Haut, welche beim Schütteln des Glases zu Boden sinkt.

Agar-Agar-Culturen. Das Wachsthum auf diesem Nährboden geht ebenfalls sehr schnell vor sich; es bildet sich zu beiden Seiten des Impfstriches eine glatte, glänzende, oberflächliche Auflagerung.

Bouillonculturen. Die Flüssigkeit wird trübe, auf dem Boden sammelt sich ein starker Satz und nach einigen Tagen bildet sich eine oberflächliche Haut.

Kartoffelculturen. Der Bacillus bildet hier ausgedehnte dicke, fleischfarbene höckerige Auflagerungen mit matt-feuchter Oberfläche.

Wirkung auf Nitrate. In der wässerigen Lösung von Calciumnitrat mit Traubenzucker und Pepton vermehrt sich der B. liquidus sehr ausgiebig; in den ersten drei Tagen ist die Flüssigkeit stark getrübt, ohne dass ein stärkerer Bodensatz bemerkbar wäre. Schon nach drei Tagen liess sich die Reduction einer Menge von Nitrat nachweisen, indem die Flüssigkeit starke Reaction auf salpetrige Säure gab.

In einem anderen Falle, nach mehr als einmonatlichem Wachsthum, war die Einwirkung auf die Salpetersäure folgende gewesen:

Stickstoff in Salpetersäure in der ursprünglichen Flüssigkeit	33·75 Th.	auf	100,000	
Stickstoff in Salpetersäure nach 35 tägigem Wachsthum	20·42 „	„	„	
Stickstoff in salpetriger Säure	11·34 „	„	„	
Stickstoff in Ammoniak	6·80 „	„	„	

Bacillus vermicularis.

Diesen Bacillus fanden wir als dünne hautartige Ausbreitung auf Gelatineplatten, welche von einer Wasserprobe aus dem Leaflusse bei Chingford angelegt waren.

Mikroskopisches Aussehen. In Form, Grössenverhältnissen und seinem ganzen Aussehen gleicht dieser Bacillus fast vollständig einem Mikroorganismus, welchen wir früher aus der Luft erhalten hatten und als B. pestifer beschrieben haben.[1] Wir haben indessen die wesentlichsten Unterscheidungsmerkmale zwischen den beiden Mikroorganismen beigefügt. B. vermicularis ist ein grosser Bacillus mit abgerundeten Enden; die einzelnen Stäbchen haben eine Länge von 2 bis 3 μ und sind etwa 1 μ breit, doch können sie zu wurmförmigen Fäden von ziemlich bedeutender Länge auswachsen, in welchen die Theilung in einzelne Bacillen nicht sichtbar ist. Fig. 3 *A* auf Taf. II zeigt ein Präparat aus einer Gelatinecultur bei tausendfacher Vergrösserung. In bei gewöhnlicher Temperatur gehaltenen Gelatine-, Agar- und Bouillonculturen konnten Sporen nicht aufgefunden werden, dagegen war auf Kartoffeln bei Zimmertemperatur reichliche Bildung ovaler Sporen von etwa 1·5 μ Länge und 1 μ grösster Breite an den Stellen der Cultur, welche etwas eingetrocknet waren, zu beobachten. Fig. 3 *B* auf Taf. II zeigt diese Sporen in schönen Ketten von ansehnlicher Länge zusammenhängend. Bei der Sporenbildung verdicken sich die einzelnen Glieder der Bacillenkette nicht, wie etwa beim B. subtilis, gleichmässig, sondern es wird nur die Mitte jedes Stäbchens durch die darin enthaltene Spore aufgetrieben, und da die Enden der Glieder später verschwinden, bleiben die Sporen als eine zusammenhängende Kette ovaler Perlen zurück.

Im hängenden Tropfen zeigen sowohl die einzelnen Stäbchen, als auch die zu zwei oder drei zusammenhängenden oscillatorische Bewegung, während die langen Fäden unbeweglich sind.

---

[1] *Phil. Trans.* Vol. CLXXVIII. p. 277.

Aussehen der Culturen. Plattenculturen. Die tiefen Colonieen haben einen etwas unregelmässigen Contour (Taf. II, Fig. 3 *C*), dessen Unregelmässigkeit noch zunimmt, sowie die Colonie an die Oberfläche durchbricht.

Auf der Oberfläche der Gelatine bilden die Culturen flache Auflagerungen mit mässig unregelmässigem Rand, welcher aus dichtgefügten wellenförmigen Bündeln von Bacillen besteht, während das Centrum der Colonie rauh und faltig wird (s. Taf. II, Fig. 3 *D*). Später sinken die Colonieen etwas in die Gelatine ein, indem sie dieselbe langsam verflüssigen.

Gelatineculturen. Auf der Oberfläche bildet sich eine feuchte, glänzende, graue Auflagerung mit stark gezacktem Rand. Das Wachsthum ist ein langsames und geht nicht weit über die Einstichstelle der Nadel hinaus. Der Impfstich ist durch schwaches schwertförmiges Wachsthum gekennzeichnet. Nach einiger Zeit sinkt die oberflächliche Ausbreitung ein und verflüssigt die Gelatine.

Agar-Agar-Culturen. Auf diesem Nährboden bildet der Bacillus glatte, glänzende Auflagerungen von grauer Farbe, welche sich nur langsam vergrössern.

Bouillonculturen. Die Flüssigkeit bleibt klar; es bildet sich nur ein starker weisser flockiger Bodensatz. Oberflächenwachsthum findet nicht statt.

Kartoffelculturen. Auf der Schnittfläche bildet sich eine dicke, unregelmässige, fleischfarbene Auflagerung.

Wirkung auf Nitrate. Die Lösung von Calciumnitrat, Traubenzucker und Pepton wird rasch getrübt, auch sammelt sich eine geringe Menge eines feinkörnigen Niederschlages auf dem Boden der Gefässe. Mit fortschreitendem Wachsthum ist eine starke Reduction des Nitrats zu Nitrit zu beobachten; ausserdem aber lässt sich mit Nessler's Reagens auch die Bildung einer ziemlich bedeutenden Menge Ammoniak nachweisen.

So fanden wir z. B. nach dreitägigem Wachsthum starke Reaction auf salpetrige Säure; in einem anderen Falle wurde nach 38 tägigem Wachsthum folgende Wirkung auf die Nitrate constatirt:

Stickstoff in Salpetersäure in der ursprünglichen Lösung	33·75 Th.	auf	100,000	
Stickstoff in Salpetersäure nach 38 tägigem Wachsthum	12·91 „	„	„	
Stickstoff in salpetriger Säure	21·14 „	„	„	
Stickstoff in Ammoniak	3·26 „	„	„	

Unterschiede zwischen B. vermicularis und B. pestifer (aus der Luft.)

Zur Vergleichung der Eigenthümlichkeiten dieser zwei Organismen, welche in mancher Beziehung eine ziemlich weitgehende Aehnlichkeit zeigen, wurden eine Reihe verschiedener Culturen angelegt.

Das bei weitem am meisten charakteristische Unterscheidungsmerkmal liegt darin, dass die Culturen von B. pestifer einen penetranten üblen Geruch verbreiten, während die des B. vermicularis geruchlos sind.

Dann wächst der B. pestifer auf Agar-Agar mehr transparent, während die Culturen des B. vermicularis auf dem gleichen Medium dicker, weisser und weniger durchscheinend sind; auch ist der Rand mehr gezackt.

Auch die Colonieen auf Gelatineplatten sind etwas verschieden. So sind z. B. die tiefen Colonieen von B. vermicularis weniger regelmässig als die von B. pestifer. Bei älteren oberflächlichen Colonieen von B. pestifer erscheint bei schwacher Vergrösserung das Centrum glatt, während es bei B. vermicularis rauh und faltig ist. Auch in Betreff der Sporenbildung unterscheiden sich die beiden Mikroorganismen. Beim Bacillus pestifer konnten wir nämlich niemals Sporenbildung beobachten, während wir beim B. vermicularis unter den oben beschriebenen Bedingungen stets reichlich Sporen fanden. Endlich ist der B. pestifer deutlich beweglich, während beim B. vermicularis nur oscillatorische Bewegungen beobachtet werden.

Bacillus nubilus.

Wir fanden diesen Bacillus auf Platten von filtrirtem Londoner Wasser dünne, violette, irisirende Auflagerungen bildend.

Mikroskopisches Aussehen. Bei starker Vergrösserung präsentirt er sich als dünner schlanker Bacillus von etwa 3 μ Länge und 0·3 μ Breite. In Präparaten aus Gelatineculturen liegen die Bacillen meist einzeln oder in ganz kurzen Ketten, wie auf Taf. III, Fig. 1 *E*, während in Bouillonculturen die Ketten eine viel grössere Länge erreichen und oft spirillenförmig gewunden sind. Ebenso sind die Bacillen aus Kartoffelculturen stark gekrümmt, geradezu „kommaförmig" und zuweilen spirillenartig (s. Taf. III, Fig. 1 *G*). Sporen konnten wir niemals beobachten.

Im hängenden Tropfen bilden die Bacillen lange, unbewegliche, wellige Fäden; die einzelnen Bacillen dagegen führen lebhafte kreisende Bewegungen aus, jedoch ohne bedeutende Ortsveränderung.

Aussehen in Culturen. Plattenculturen. Die Colonieen des B. nubilus sind sehr charakteristisch. Nach ungefähr 48 Stunden zeigen sich auf den Platten kleine trübe Fleckchen, welche sich von der umgebenden Gelatine nicht scharf absetzen, wie die Zeichnung auf Taf. III,

Fig. 1*A* zeigt. Mustert man diese trüben Flecken mit dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung, so sieht man, dass es ungemein zarte Colonieen sind, welche, zumal bei durchfallendem Lichte, nur schwer sichtbar sind. Sieht man die Colonieen einen Tag später wieder an, wenn die Gelatine durch das Wachsthum der Bacillen erweicht ist, so erweisen sich die trüben Flecken als aus einem dicht verfilzten Maschenwerk von Bacillenfäden bestehend (s. Taf. III, Fig. 1*B*). Manchmal zeigen die wolkigen Colonieen in der Mitte eine dichtere Stelle, welche ohne scharfe Abgrenzung in das umgebende Netzwerk von Fäden übergeht (Taf. III, Fig. 1*C*). Die Verflüssigung schreitet jetzt rasch vor, die einzelnen Colonieen fliessen in einander und zerstören bald die ganze Platte.

Gelatineculturen. Die Gelatineculturen dieses Bacillus sind wegen ihres schönen und charakteristischen Aussehens beachtenswerth. Auf der Oberfläche wird die Gelatine verflüssigt, doch schreitet die Verflüssigung nicht rasch fort. Die verflüssigte Gelatine ist trübe, und auf dem Boden des Verflüssigungstrichters sammelt sich ein schwach gelblicher Bodensatz. Der Impfstich dagegen bleibt fast bis oben hin durchscheinend, aber um ihn als Axe erscheint eine Reihe von horizontalen platten Ringen, deren Durchmesser nach unten zu immer mehr abnimmt; das äusserste Ende der Axe erscheint gleichmässig trübe. Diese Ringe bestehen aus lauter einzelnen, äusserst zarten Wölkchen. Die Cultur bekommt dadurch eine gewisse Aehnlichkeit mit den bekannten Culturen des Bacillus der Mäusepticämie, doch ist bei letzteren die Anordnung in ringförmigen Lamellen nicht so deutlich ausgesprochen (Fig. 1*D* auf Taf. III zeigt eine Stichcultur des B. nubilus nach drei Tagen). Die Verflüssigung schreitet nur langsam fort, so dass die Cultur mehrere Tage das beschriebene Aussehen behält. Schliesslich kommt es jedoch zur Verflüssigung der gesammten Gelatine.

Agar-Agar-Culturen. Auf diesem Nährboden wächst der Bacillus in Form einer dünnen, opalisirenden, bläulichweissen Auflagerung, deren gefranste Ränder später eine ausgesprochene violette Fluorescenz zeigen.

Bouillonculturen. Die Flüssigkeit wird trübe und auf dem Boden des Glases sammelt sich ein schmutzig weisser Bodensatz, während sich die Oberfläche mit einer ganz dünnen Haut bedeckt, welche beim Schütteln untersinkt.

Kartoffelculturen. Das Wachsthum ist hier so zart und von so schwach gelblicher Farbe, dass es fast unsichtbar ist; doch erstreckt es sich über einen grossen Theil der Kartoffeloberfläche.

Wirkung auf Nitrate. Die Lösung von Calciumnitrat, Traubenzucker und Pepton wird durch den B. nubilus stark getrübt, doch bildet sich entweder kein oder doch nur ein unbedeutender Bodensatz. Reaction auf

salpetrige Säure ist zwar deutlich vorhanden, doch ist die Menge der salpetrigen Säure sehr gering. Ammoniak lässt sich mit Nessler's Reagens in ziemlicher Menge nachweisen.

Bacillus ramosus.

Der Bacillus, den wir mit diesem Namen belegt haben, scheint identisch zu sein mit dem von Eisenberg[1] und weiter von C. Fränkel[2] beschriebenen „Wurzelbacillus". Wir haben diesen Mikroorganismus oft auf Platten von Wasser aus der Themse und Lea, aber nicht im Tiefbrunnenwasser gefunden; ausserdem fand er sich zuweilen in der Luft. Niemals jedoch trat er in grösserer Menge auf; höchstens ein oder zwei Colonieen waren in 1 ^{ccm} Wasser zu finden. Das Aussehen der Colonieen auf Platten ist so charakteristisch, dass sie auf den ersten Blick erkannt werden können (s. unten).

Mikroskopisches Aussehen. Bei starker Vergrösserung hat der Bacillus grosse Aehnlichkeit mit dem B. subtilis.[3] Die Bacillen sind etwa 7μ lang und $1 \cdot 7\mu$ breit; die Enden sind deutlich abgerundet. Zuweilen werden Fäden von ansehnlicher Länge gebildet, in welchen oft die Gliederung in einzelne Bacillen nicht sichtbar ist (Fig. 2*B* auf Taf. III zeigt Bacillen und Fäden aus einer zwei Tage alten Gelatinecultur. Fig. 2*C* zeigt das Aussehen der Bacillen aus einer 14 Tage alten Agarcultur; in diesem Falle sind auch Sporen gebildet, deren Durchmesser etwa $1 \cdot 5\mu$ beträgt, und welche rundlicher erscheinen als die Sporen von B. subtilis. In Fig. 2*D* ist das Aussehen einer zwei Tage alten Cultur im hängenden Tropfen abgebildet — ein Gewirr von zahlreichen langen Fäden, deren Gliederung in einzelne Bacillen kaum sichtbar ist. Später verdicken sich die einzelnen Glieder und grenzen sich deutlicher von einander ab, und in jedem bildet sich eine Spore. Im hängenden Tropfen sieht man, dass die langen Fäden völlig unbeweglich sind, während man an den einzelnen Bacillen bei sehr aufmerksamer Beobachtung schwache oscillatorische Bewegungen bemerken kann.

Aussehen der Culturen. Plattenculturen. Nach zwei Tagen erscheinen die Colonieen dem blossen Auge als graue trübe Centren, von denen aus sich wurzelförmig verzweigte Ausläufer weit in die umgebende Gelatine hinein erstrecken. Das Ganze bietet mehr das Aussehen eines Myceliums als einer Bacteriencolonie dar. Bei schwacher Vergrösserung sieht man, dass die Verzweigungen aus verschlungenen Fadenbündeln

---

[1] A. a. O.

[2] A. a. O. S. 175.

[3] *Phil. Trans.* 1887. Vol. CLXXVIII. p. 257.

bestehen. Die Colonie verflüssigt zwar sehr stark die Gelatine, doch wird die flüssige Masse für einige Zeit durch den dichten Rasen der verfilzten Fäden an ihrer Stelle gehalten, so dass man die Platten 3 oder 4 Tage aufheben kann, ohne dass die Gelatine herunterläuft (s. Taf. III, Fig. 2 *E*).

Gelatineculturen. Schon am zweiten Tage zeigt sich auf der Oberfläche eine leichte Vertiefung; der Impfstich hat ein graues, wolliges Aussehen. Gegen den dritten Tag ist die Oberfläche verflüssigt und längs des Impfstiches zeigt sich eine Reihe dichter ringförmiger Scheiben von wolligem Aussehen, deren Durchmesser mit der Tiefe abnimmt. Bald ist die ganze Gelatine von dieser federartigen Verzweigung durchsetzt (s. Taf. III, Fig. 2 *A*). Mit diesem verzweigten Wachsthum geht dann langsame Verflüssigung einher. Später sinkt die ganze Cultur auf den Boden des Glases, und die überstehende Flüssigkeit wird vollständig klar und durchsichtig; auf der Oberfläche derselben bildet sich eine zähe Haut.

Agar-Agar-Culturen. Die Cultur dehnt sich rasch als weisslich durchscheinender Belag über die ganze Oberfläche aus, während in der Tiefe die charakteristische Verzweigung sichtbar wird. Der oberflächliche Belag wird später runzlig und feucht-grau und ähnelt so einer Cultur des B. subtilis.

Bouillonculturen. In den ersten Tagen bleiben die obersten Schichten der Flüssigkeit klar, während sich unten ein leichter flockiger Bodensatz sammelt. Später bildet sich auf der Oberfläche eine zähe gerunzelte Haut, so dass die Cultur dann gerade aussieht, wie eine Gelatinecultur im Endstadium.

Kartoffelculturen. Hier bildet der Bacillus eine zusammenhängende fast weisse, trockene Auflagerung, welche schliesslich die ganze Oberfläche der Kartoffel einnimmt.

Wirkung auf Nitrate. B. ramosus wirkt auf Nitrate stark reducirend. In der Lösung von Calciumnitrat, Zucker und Pepton wächst er sehr charakteristisch in der Weise, dass sich lange membranartige Bänder bilden, welche theils an den Wänden des Gefässes haften, theils frei in der Flüssigkeit flottiren, wobei letztere im übrigen völlig klar bleibt.

Schon nach drei Tagen lassen sich ziemlich bedeutende Mengen von salpetriger Säure nachweisen.

In einem Falle hatten nach 38tägigem Wachsthum folgende Umsetzungen stattgefunden:

Stickstoff in Salpetersäure in der ursprünglichen Lösung	33·75 Th. auf 100,000
Stickstoff in Salpetersäure nach 38tägigem Wachsthum	16·68 „ „ „

Stickstoff in salpetriger Säure . . . . 16·46 Th. auf 100,000
Stickstoff in Ammoniak . . . . 3·09 „ „ „

In einem anderen Falle wurden bei Luftabschluss folgende Resultate erhalten:

Stickstoff in Salpetersäure in der ursprünglichen Lösung . . . . 33·75 Th. auf 100,000
Stickstoff in Salpetersäure nach 42 tägigem Wachsthum . . . . 17·24 „ „ „
Stickstoff in salpetriger Säure . . . . 15·66 „ „ „
Stickstoff in Ammoniak . . . . 3·09 „ „ „

Bacillus aurantiacus.

Dieser Mikroorganismus wurde auf Platten vom Tiefbrunnenwasser der Kentgesellschaft gefunden.

Mikroskopisches Aussehen. Bei starker Vergrösserung erscheint er als kurzer dicker Bacillus von sehr wechselnden Grössenverhältnissen; oft sind die Bacillen zu Paaren gelagert, oft zu langen Fäden ausgewachsen, in welchen eine Gliederung in einzelne Bacillen nicht sichtbar ist. Die kurzen Bacillen sind etwa 1·7 μ lang und etwa halb so breit als lang; indessen sind, wie schon erwähnt, Form und Grössenverhältnisse sehr wechselnd. Fig. 4*A* auf Taf. III zeigt Bacillen aus einer Colonie von der Platte bei tausendfacher Vergrösserung; in Fig. 4*B* sind dieselben Bacillen 1500 mal vergrössert. Es geht aus diesen Abbildungen noch hervor, dass sich die Enden der Bacillen stärker färben, als die mittleren Partieen. In Fig. 4*C* sind Bacillen aus einer Kartoffelcultur und in Fig. 4*D* aus einer Agarcultur abgebildet.

Wir haben es für wünschenswerth gehalten, auf den verschiedenen Nährböden gewachsene Bacillen abzubilden, um von den grossen Verschiedenheiten, welche dieselben in Bezug auf Form und Grössenverhältnisse darbieten, einen deutlichen Begriff zu geben.

Sporenbildung war niemals zu beobachten.

Bei Untersuchung im hängenden Tropfen zeigen die einzelnen Bacillen Beweglichkeit, doch scheint die Neigung zu bestehen, sich zu dicken festliegenden Haufen zusammenzuballen.

Aussehen der Culturen. Plattenculturen. Die Colonieen erscheinen dem blossen Auge als kleine hell orangefarbene Punkte; wenn sie an die Oberfläche durchbrechen, bilden sie nagelkopfartige Erhabenheiten von derselben hellen Orangefarbe. Bei schwacher Vergrösserung (100) erscheinen die tiefen Colonieen als glattrandige, granulirte Scheiben (s. Taf. III, Fig. 4*E*), während die oberflächlichen Colonieen dunkel sind

und keine bestimmte Structur erkennen lassen. Sowohl die oberflächlichen wie die tiefen Colonieen haben also ausser ihrer Farbe nichts besonders Charakteristisches. Die Bacillen wachsen langsam; die Gelatine wird durch sie nicht verflüssigt.

Gelatineculturen. Es bildet sich eine glänzende orangefarbene oberflächliche Auflagerung, während längs des Impfstiches kaum Wachsthum stattfindet.

Agar-Agar-Culturen. Die oberflächliche Ausbreitung von heller Orangefarbe erstreckt sich nur wenig über die Impfstelle hinaus.

Bouillonculturen. Die Flüssigkeit bleibt klar, dagegen sammelt sich auf dem Boden des Glases ein schwach orangefarbener Niederschlag und die Oberfläche bedeckt sich mit einer dünnen Haut, welche hier und da glänzende orangefarbene Flecken zeigt.

Kartoffelculturen. Auf diesem Nährboden bildet der Bacillus eine dicke stark glänzende roth-orangefarbene Auflagerung, welche fast nur auf die Impfstelle beschränkt bleibt; so hatte z. B. eine Cultur nach 18tägigem Wachsthum nicht mehr als einen Viertelzoll Durchmesser.

Wirkung auf Nitrate. Obwohl B. aurantiacus in der Lösung von Calciumnitrat, Zucker und Pepton unter starker Trübung der Flüssigkeit und Bildung eines feinkörnigen Bodensatzes leicht und rasch wächst, so bewirkt er doch nur eine geringe Reduction des Nitrats zu Nitrit. So war nach 40tägigem Wachsthum nur eine deutliche qualitative Reaction auf salpetrige Säure zu erhalten. Ammoniak wurde mehr gebildet; die Flüssigkeit gab eine starke Reaction mit Nessler's Reagens, und es fanden sich auf 100,000 Theile 2·06 Theile ammoniakalischen Stickstoffes.

Bacillus viscosus.

Dieser Mikroorganismus ist sehr häufig im unfiltrirten Flusswasser, und gewöhnlich findet er sich, wenn auch viel weniger häufig, in demselben Wasser nach der Filtration, während er im Tiefbrunnenwasser der Kentgesellschaft nur selten vorkommt. Er ist auch gewöhnlich in grosser Menge in Flüssigkeiten, welche in Zersetzung begriffene organische Substanzen enthalten, aufzufinden. Der von uns beobachtete Mikroorganismus scheint dem von Flügge[1] beschriebenen B. fluorescens liquefaciens sehr ähnlich zu sein. Es ist indessen sehr wahrscheinlich, dass es mehrere Arten von verflüssigenden fluorescirenden Bacterien giebt, welche, obgleich auf den ersten Blick identisch erscheinend, doch bei aufmerksamer näherer Vergleichung constante, wenn auch geringfügige Unterschiede zeigen. Wir

[1] *Die Mikroorganismen.* 1886. S. 289.

selbst haben mit einem Mikroorganismus zu thun gehabt, welcher zwar zunächst dem hier beschriebenen Bacillus vollständig zu gleichen schien, sich jedoch mit voller Schärfe von ihm unterscheiden liess, als einige seiner feineren Eigenthümlichkeiten genauer studirt wurden. Wir geben weiter unten die Beschreibung dieser zweiten Varietät in Form einer Anmerkung.

Mikroskopisches Aussehen. Bei starker Vergrösserung (1000) findet man die Bacillen vorwiegend zu zweien zusammenhängend; die Enden sind abgerundet. Die Einzelindividuen sind 1·5 bis 2 μ lang und ungefähr drei- oder viermal so lang als breit. Sporen konnten nicht aufgefunden werden. Figg. 3*A* und 3*B* auf Taf. III zeigen die Bacillen aus Gelatineculturen bei tausendfacher Vergrösserung.

Im hängenden Tropfen zeigen die Bacillen eine ausserordentliche Beweglichkeit; später bei fortschreitendem Alter der Cultur werden auch grosse Haufen von ruhenden Bacillen sichtbar.

Aussehen der Culturen. Plattenculturen. Bei schwacher Vergrösserung (100) erscheinen die Colonieen im jüngsten Stadium als völlig glattrandige, fein granulirte Scheiben, welche jedoch nichts besonders Charakteristisches haben (s. Taf. III, Fig. 3*C*). Wenn die Colonieen an die Oberfläche durchbrechen, wird der Rand gefranst und sendet feine haarförmige Ausläufer in die Gelatine; jetzt beginnt aber auch sofort schnelle und weitgreifende Verflüssigung der Gelatine, welche bald die ganze Platte zerstört. Jede verflüssigende Colonie ist von einer grün fluorescirenden Zone umgeben, und die verflüssigte Gelatine, welche von der Platte herunterläuft, hat dieselbe grüne Farbe. Um die jüngsten Stadien der Entwickelung zu beobachten, muss man die Platten am Tage nach ihrer Anfertigung untersuchen, da nach zwei Tagen die Colonieen schon sehr gross geworden und zum Theil schon in einander geflossen sind.

Gelatineculturen. Schon ein oder zwei Tage nach der Impfung ist an der Oberfläche eine ziemlich ansehnliche Verflüssigung sichtbar, die sich in Form eines Trichters in die Tiefe erstreckt. Der Trichter ist erfüllt von einer flockigen Masse von fahler Farbe. Die verflüssigte Oberfläche zeigt in diesem Stadium eine geringe grüne Fluorescenz. Mit fortschreitendem Wachsthum dehnt sich die Verflüssigung in der ganzen Länge des Trichters rasch weiter nach aussen aus, bis schliesslich die ganze Gelatine gelöst ist. Es sammelt sich dann auf dem Boden des Glases ein reichlicher, flockiger, missfarbener Bodensatz, während die überstehende Flüssigkeit mehr oder weniger trübe bleibt und grüne Fluorescenz zeigt, welche, zunächst auf die oberen Schichten beschränkt, schrittweise nach unten zu vorrückt. Auf der Oberfläche bildet sich eine zähe Haut von grün-weisser Farbe.

Agar-Agar-Culturen. Die ganze Oberfläche nimmt sehr schnell eine grüne Farbe an, und eine glatte, grünlich-weisse, glänzende Auflagerung breitet sich zu beiden Seiten des Impfstriches aus.

Bouillonculturen. Nach zwei Tagen ist die ganze Flüssigkeit stark trübe; Bodensatz und oberflächliche Haut sind nicht vorhanden. Später nimmt der ganze Inhalt des Glases eine grüne Farbe an und auf der Oberfläche bildet sich eine dünne grünlich-weisse Haut, doch setzt sich nur ein geringer Bodensatz ab.

Kartoffelculturen. Die Cultur dehnt sich in Form eines feuchtglänzenden chocoladefarbenen Ueberzuges über die ganze Oberfläche der Kartoffel aus.

Wir haben diesem Bacillus den Namen „viscosus" deshalb gegeben, weil er in hohem Maasse die Fähigkeit besitzt, die Gelatine, den Agar-Agar u. s. w., auf welchen er wächst, so viscide und zähe zu machen, dass die genannten Medien sehr stark fadenziehend werden.

Wirkung auf Nitrate. Die Lösung von Calciumnitrat, Traubenzucker und Pepton wird nach Einimpfung des B. viscosus bald trübe, doch findet keine Reduction des Nitrats zu Nitrit statt. Nach 40tägigem Wachsthum war keine Spur von salpetriger Säure nachzuweisen, während die Flüssigkeit schwache Ammoniakreaction gab. Bei der quantitativen Untersuchung fand sich denn auch fast der ganze an Salpetersäure gebundene Stickstoff in seiner ursprünglichen Form vor:

Stickstoff in Salpetersäure in der ursprünglichen Lösung	33·75 Th. auf 100,000
Stickstoff in Salpetersäure nach 40tägigem Wachsthum	32·63 „ „ „
Stickstoff in Ammoniak	0·52 „ „ „

Anmerkung. Wie oben erwähnt, beobachteten wir noch einen anderen Mikroorganismus, welcher in fast jeder Hinsicht dem B. viscosus glich, sowohl im mikroskopischen Bilde, als auch im Aussehen der Culturen u. s. w., jedoch einige constante Unterscheidungsmerkmale darbot, welche deutlich genug hervortraten, um den Forscher in den Stand zu setzen, mit Leichtigkeit die Culturen der beiden Mikroorganismen zu unterscheiden. Die Unterscheidungsmerkmale bestehen 1. in der grösseren Neigung dieser Varietät, auf Nährflüssigkeiten dicke Häute zu bilden; 2. in der grösseren Dicke und Prominenz der Auflagerungen dieser Varietät auf Agar-Agar; 3. in der grösseren Dicke und Dunkelheit, sowie in der schärferen Begrenzung der Culturen dieser Varietät auf der Kartoffeloberfläche.

Diese Unterscheidungspunkte sind zwar an sich unbedeutend, doch wurde ihr constantes Auftreten in einer grossen Reihe von Culturen, welche eigens zum Zweck der Prüfung der Frage nach der Identität der beiden Organismen angelegt waren, bestätigt gefunden.

Bacillus violaceus.

Dieser sehr charakteristische Bacillus wurde zuerst aus der Spreewasserleitung in Berlin erhalten, doch haben wir ihn neuerdings auch verschiedentlich im Wasser der Themse und Lea oder in der Tiefbrunnenwasserleitung von London gefunden.

Obgleich er nur relativ selten vorkommt, ist er doch wegen der tief dunkelvioletten Tintefarbe, welche er auf den verschiedensten Nährböden hervorbringt, bemerkenswerth.

Mikroskopisches Aussehen. In Deckglaspräparaten von Colonieen auf Gelatineplatten erscheint der Bacillus als kurzes gedrungenes Stäbchen von etwa $1 \cdot 7\,\mu$ Länge und $0 \cdot 8\,\mu$ Breite, meistens zu zweien zusammenhängend. In Fig. 1 *A* auf Taf. IV sind die Bacillen aus Gelatinecultur bei tausendfacher Vergrösserung abgebildet. In älteren Culturen auf Agar-Agar oder Gelatine bilden die Bacillen auch längere Fäden (s. Taf. IV, Fig. 1 *B*). In diesen Fäden ist die Gliederung in einzelne kurze Bacillen oft so wenig sichtbar, dass sie den Eindruck dünner schlanker Bacillen machen, welche zu den kurzen gedrungenen Formen, welche sich in den Colonieen von der Platte finden, einen auffälligen Contrast bilden. Fig. 1 *B*, Taf. IV, zeigt das Aussehen eines Präparates aus einer Agar-Agar-Cultur, welche von einer typischen Gelatinecultur abgeimpft war.

In Agar-Agar-Cultur haben wir auch Sporenbildung beobachtet, wenn auch nicht in grosser Ausdehnung. Die Bacillen werden in der Mitte durch Bildung einer ovalen Spore etwas aufgetrieben. Im hängenden Tropfen sieht man, dass die Bacillen beweglich sind, doch sind es meist nur vibrirende oder rotirende Bewegungen, welche ausgeführt werden, während die Ortveränderungen in geringerem Maasse stattfinden, wie bei manchen anderen anderen Mikroorganismen.

Aussehen der Culturen. Plattenculturen. Nach zwei Tagen erscheinen die Colonieen unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung unregelmässig umrandet und granulirt. Verflüssigung ist noch nicht eingetreten. Fig. 1 *C* auf Taf. IV zeigt das Aussehen einer Colonie, welche noch keine Verflüssigung bewirkt hat. Am dritten Tage ist das Aussehen im wesentlichen ebenso. Am vierten Tage dagegen zeigen alle Colonieen einen Verflüssigungstrichter, in dessen Mitte bei schwacher Vergrösserung eine dunkle Masse mit gewundenen fädigen Ausläufern sichtbar ist, so wie es Fig. 1 *D* auf Taf. IV zeigt. Werden die Platten länger aufbewahrt, so nimmt die Verflüssigung an Tiefe und Umfang zu, während das Centrum sich nur wenig ändert, so dass die Colonieen bei schwacher Vergrösserung etwa aussehen wie in Fig. 1 *E* auf Taf. IV. Der schwarze Ring, welcher die Colonie umgiebt, entspricht dem durch das Einsinken der Colonie in die

Gelatine hervorgebrachten Schatten. Wenn die Colonieen älter werden, bildet sich am Grunde des Verflüssigungstrichters der für den Mikroorganismus charakteristische, tief violette Farbstoff. Wenn die Zahl der Colonieen auf einer Platte nur gering ist, kann letztere eine Woche und länger aufbewahrt werden, da die Verflüssigung nicht rasch um sich greift.

Gelatineculturen. Die Gelatine wird rasch in Form eines trichterförmigen Sackes verflüssigt, die Flüssigkeit ist trübe, und auf dem Grunde des Trichters findet eine Anhäufung des violetten Farbstoffes statt.

Agar-Agar-Culturen. Auf der Oberfläche von Agar-Agar bildet sich der tief-violette Farbstoff am schönsten. Die Cultur breitet sich als glatte, glänzende Auflagerung über die ganze Fläche des Nährbodens aus.

Bouillonculturen. Es entsteht eine leichte Trübung der Flüssigkeit; weiterhin bildet sich ein Bodensatz von violetter Farbe.

Kartoffelculturen. Kartoffeln scheinen für die Entwickelung des Bacillus keinen günstigen Nährboden abzugeben; es findet von der Impfstelle aus keine Ausbreitung statt.

Ein anderer Bacillus, welcher einen ähnlichen violetten Farbstoff bildet, ist neuerdings aus dem Berliner Wasser von Plagge und Proskauer[1] gezüchtet. Derselbe scheint identisch zu sein mit dem Bac. janthinus von Zopf,[2] dagegen deutlich verschieden von dem Mikroorganismus, welchen wir zu beobachten Gelegenheit hatten, weil er nur sehr langsam die Gelatine verflüssigt und ausserordentlich gut auf Kartoffeln wächst.

Wirkung auf Nitrate. Die mit dem B. violaceus geimpfte Lösung von Calciumnitrat, Traubenzucker und Pepton wird stark getrübt und am Grunde des Gefässes sammelt sich ein ansehnlicher Bodensatz, während ein violetter Schaum auf der Oberfläche schwimmt. Nach neuntägigem Wachsthum bei etwa 20° C. gab die Flüssigkeit mit Nessler's Reagens keine Ammoniakreaction, dagegen zeigte das Auftreten einer starken Reaction bei Sulfanilsäurezusatz, dass ein grosser Theil des Nitrats zu Nitrit reducirt war.

Mikroorganismen im Boden.

Im Verlauf einiger Untersuchungen, welche der eine von uns am Boden anstellte, begegneten demselben einige Arten von Mikroorganismen so häufig, dass es uns wünschenswerth erschien, dieselben sorgfältig in

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. II. S. 463.

[2] Flügge, *Die Mikroorganismen.* S. 291.

derselben Weise zu studiren und zu beschreiben, wie wir es bei den obengenannten Formen aus Wasser gethan haben. Die drei Arten, welche wir für diese specielle Untersuchung auswählten, waren aus Gartenerde erhalten. Kleine Mengen dieser Gartenerde waren zu gewissen Lösungen hinzugefügt, um einige der chemischen Veränderungen, welche durch die darin enthaltenen Mikroorganismen hervorgerufen wurden, genauer zu studiren. Als nun von den so geimpften Lösungen später Plattenculturen angelegt wurden, waren die Colonieen der drei fraglichen Bacterien diejenigen, welche uns am häufigsten aufstiessen. Ausser diesen drei Arten fanden wir aber auch noch häufig den B. viscosus, welcher so reichlich in unfiltrirtem Wasser vorkommt. Der eine von uns fand, dass diese drei Mikroorganismen nicht im Stande waren, Ammoniak in salpetrige Säure und Salpetersäure umzuwandeln, obwohl der Boden, welchem sie entstammten, sehr leicht Nitrification herbeiführte.

Alle drei Arten sind Bacillen, denen wir vorläufig folgende Namen gegeben haben:

Bacillus diffusus.

Mikroskopisches Aussehen. B. diffusus ist ein dünner schlanker Bacillus von etwa 1·7 μ Länge und 0·5 μ Breite (s. Taf. IV, Fig. 4 *A*). Die Bacillen liegen einzeln, aber auch sehr oft zu zweien an einander; gelegentlich kommen sie auch in Form langer, wellenförmiger Fäden vor. Die Bacillen färben sich mit Gentianaviolett nicht so gut, als mit Magenta. Sporenbildung wurde nicht beobachtet.

Im hängenden Tropfen sieht man die Bacillen lebhafte oscillatorische und rotirende Bewegungen ausführen, doch bewegen sie sich nicht durch das Gesichtsfeld.

Aussehen der Culturen. Plattenculturen. Die älteren oberflächlichen Colonieen haben schon bei Betrachtung mit blossem Auge ein sehr charakteristisches Aussehen, da sie sich in Form dünner bläulichgrüner Auflagerungen weit über das ursprüngliche Centrum hinaus ausdehnen. Bei schwacher Vergrösserung (100) erscheinen die kleinen tiefen Colonieen fast kreisrund mit etwas gezacktem Rand und grob granulirt. Sie ähneln so in der That den wohlbekannten Colonieen der Koch'schen Kommabacillen (s. Taf. IV, Fig. 4 *B*). Bei weiterer Entwickelung wird der Rand immer unregelmässiger und fein gezähnt (s. Taf. IV, Fig. 4 *C*), während die Oberfläche nahe dem Rande körnig erscheint. Bei den an die Oberfläche durchgebrochenen Colonieen ist das Centrum nicht mehr scharf abgegrenzt, bleibt aber noch körnig, während sich rundum in bedeutender Ausdehnung ein Hof ausbreitet, welcher von einer sehr charakteristisch gezeichneten Ausbreitung gebildet wird (s. Taf. IV, Fig. 4 *D*).

Gelatineculturen. Das Wachsthum ist fast nur auf die Oberfläche beschränkt, auf welcher es als glatte, dünne, glänzende, etwas grünlichgelbe Auflagerung erscheint, welche sehr langsam eine geringe Verflüssigung der Gelatine bewirkt. Die letztere wird dabei wolkig getrübt. Aber weder in Gelatine noch in Stichculturen auf anderen Nährböden ist das Wachsthum sehr charakteristisch.

Agar-Agar-Culturen. Auf diesem Nährboden bildet sich eine sehr dünne, glatte, glänzende Auflagerung von schwach gelber oder Cream-Farbe.

Bouillonculturen. Die Flüssigkeit wird getrübt, und auf dem Grunde des Glases sammelt sich ein grünlich-gelber Bodensatz, während einige Flocken, welche jedoch nicht den Charakter einer Haut haben, auf der Oberfläche schwimmen.

Kartoffelculturen. Es bildet sich auf der Schnittfläche eine dünne, schwach grünlich-gelbe, glatte, glänzende Auflagerung.

Wirkung auf Nitrate. Der Bacillus wurde in die wässerige Lösung von Calciumnitrat, Zucker und Pepton eingeimpft, und die Lösung dann bei ungefähr 20° C. gehalten. Die Flüssigkeit wurde rasch getrübt, und am Grunde des Gefässes sammelte sich ein ansehnlicher feinkörniger Bodensatz. Bei Prüfung der Flüssigkeit nach 13tägigem Wachsthum wurde eine schwache, aber deutliche Reaction auf salpetrige Säure erhalten, dagegen liess sich mit Nessler's Reagens kein Ammoniak nachweisen.

Bacillus candicans.

Mikroskopisches Aussehen. Die Formen variiren sehr bei Cultur in einem und demselben Nährboden und noch mehr beim Wachsthum auf verschiedenen Nährböden. So erscheinen in Präparaten von einer einzelnen Colonie in Gelatine die Bacillen als kurze dicke Stäbchen, welche fast wie Mikrokokken aussehen; doch ist Form und Dicke gewöhnlich sehr verschieden. In Bouillon speciell hat der Bacillus die Neigung, in Form kurzer Fäden zu wachsen, doch kommen andere Formen ebenfalls vor. Agar-Agar- und Kartoffelculturen zeigen dieselbe Vielgestaltigkeit der Bacillen. Figg. 3*A* und 3*B* auf Taf. IV zeigen die verschiedenen Formen, welche dieser Mikroorganismus annehmen kann.

Im hängenden Tropfen wurde dieselbe Vielgestaltigkeit beobachtet; in keinem Falle war eine auch nur zitternde Bewegung zu bemerken.

In keiner der Culturen auf verschiedenen Nährböden wurden Sporen gebildet.

Aussehen der Culturen. Plattenculturen. Die Colonieen bieten schon für das blosse Auge einen sehr charakteristischen Anblick dar, da

sie oberflächliche Auflagerungen bilden, welche fast einem Milchtropfen gleichen. Die tiefen Colonieen dagegen zeigen wenig Besonderes. Bei schwacher Vergrösserung (100) erscheinen sie als glattcontourirte Scheiben, welche am Rande leicht granulirt sind (s. Taf. IV, Fig. 3 *C*).

Gelatineculturen. Auf der Oberfläche greift dasselbe milchtropfenähnliche Wachsthum, wie es die oberflächlichen Colonieen auf Platten zeigen, Platz, in der Tiefe dagegen findet nur geringe Entwickelung statt. In alten Culturen nimmt die oberflächliche Ausbreitung eine schwach röthliche Farbe an, während der Impfstich in der Tiefe durch einzeln entwickelte Colonieen ein perlschnurartiges Aussehen bekommt.

Agar-Agar-Culturen. Auf der Oberfläche bildet sich eine dünne, durchscheinende, grauweisse Auflagerung, deren Rand fast ganz glatt ist.

Bouillonculturen. Die Flüssigkeit wird bald trübe, und am Grunde des Glases sammelt sich ein massiger weisser Bodensatz. In älteren Culturen schwimmen auch wohl einige Flocken auf der Oberfläche, ohne jedoch den Charakter einer zusammenhängenden Haut zu tragen.

Kartoffelculturen. Auf der Schnittfläche bildet sich eine dicke missfarbene Ausbreitung.

Wirkung auf Nitrate. Wenn man die Lösung von Calciumnitrat, Traubenzucker und Pepton mit diesem Mikroorganismus impft und bei einer Temperatur von etwa 20° C. hält, so wird derselbe stark milchig getrübt und am Grunde des Gefässes bildet sich ein bedeutender feinkörniger Bodensatz. Nach 13tägigem Wachsthum liess sich in der Lösung weder salpetrige Säure noch Ammoniak nachweisen. Obgleich also der Bacillus in der Lösung sich sehr üppig vermehrt, übt er doch auf die Salpetersäure keine reducirende Wirkung aus.

Bacillus scissus.

Mikroskopisches Aussehen. Er erscheint als kurzer dicker Bacillus von variabler Grösse, aber für gewöhnlich etwa 1 μ lang und ein- bis zweimal so lang als breit. In seinem ganzen Aussehen gleicht er sehr dem Bacillus prodigiosus, und es ist gerade wie bei diesem oft schwer zu unterscheiden, ob man Bacillen oder Mikrokokken vor sich hat. Die Form wechselt übrigens sehr nach dem Nährboden, auf welchem der Bacillus gewachsen ist. So zeigt Fig. 2 *A* auf Taf. IV Bacillen aus einer Colonie, während Fig. 2 *B* das Aussehen der Bacillen aus Bouilloncultur zeigt; die bacilläre Form ist hier deutlicher ausgesprochen und man trifft die Stäbchen oft zu Paaren zusammenhängend oder auch Ketten von ansehnlicher Länge bildend. Bei Ueberimpfung von dieser Bouilloncultur in Gelatine erhielten wir die oben erwähnten coccusartigen Formen,

welche aber bei erneuter Uebertragung in Bouillon wieder die charakteristischen Bacillenformen erzeugten. In Agar-Agar-Culturen sind die Bacillen kleiner und dünner, aber im Uebrigen den auf Gelatine gewachsenen gleich. Auf Kartoffeln sind die Bacillen dünner als in Gelatine und kommen einzeln oder zu zwei, drei oder vier zusammenhängend vor.

Aussehen der Culturen. Plattenculturen. Mit blossem Auge sieht man die oberflächlichen Colonieen als schwach grüne, blasse Ausbreitungen von ansehnlicher Grösse, während die tiefen Colonieen als gelbe Punkte erscheinen. Bei schwacher Vergrösserung (100) zeigt die oberflächliche Ausbreitung ein feinkörniges Aussehen; der Rand ist stark ausgezackt (s. Taf. IV, Fig. 2*D*). Die tiefen Colonieen sind in der Mitte dunkel und am Rande stark gezähnelt (s. Taf. IV, Fig. 2*C*). Wenn die Colonieen an die Oberfläche durchbrechen, bilden sie kleine nagelkopfförmige Hervorragungen, von welchen die oben beschriebene Ausbreitung ihren Ausgang nimmt. So ist z. B. auf Taf. IV, Fig. 2*C* das kleine dunklere Centrum, von welchem die Auflagerung ausgeht, deutlich zu erkennen.

Gelatineculturen. Auf der Oberfläche bildet sich eine sehr dünne glatte, glänzende Auflagerung mit unregelmässigem und stark gezacktem Rand; die Gelatine wird schwach grün gefärbt; Verflüssigung tritt nicht ein. Der Impfstich zeigt kaum eine Veränderung.

Agar-Agar-Culturen. Das Wachsthum vollzieht sich in Form einer oberflächlichen Auflagerung, welche glatt und glänzend ist und einen gelappten Rand besitzt. Der Agar-Agar wird auch grün gefärbt. Im Ganzen gleicht das Aussehen der Cultur sehr dem einer solchen des Bac. viscosus.

Bouillonculturen. Die Flüssigkeit wird trübe, am Grunde sammelt sich ein leichter weisser Bodensatz. Eine oberflächliche Haut bildet sich nicht.

Kartoffelculturen. Eine glänzende fleischfarbene Auflagerung dehnt sich über einen grossen Theil der Kartoffeloberfläche aus.

Wirkung auf Nitrate. Die bei 20° C. gehaltene Lösung von Calciumnitrat, Zucker und Pepton wird durch den Bacillus milchig getrübt, doch in bedeutend geringerem Maasse, als von den beiden anderen aus Erde gezüchteten obenbeschriebenen Mikroorganismen; auch die Menge des Bodensatzes ist bedeutend geringer.

Nach 13tägigem Wachsthum zeigte sich ein grosser Theil des Nitrates reducirt, indem eine starke Reaction auf salpetrige Säure erhalten wurde; dagegen konnte mit Nessler's Reagens kein Ammoniak nachgewiesen werden.

Erklärung der Abbildungen.

(Tafel II.)

Fig. 1 A. } Fig. 1 B. } B. aquatilis; Präparat aus Gelatinecultur (1000 : 1).
Fig. 1 C. Tiefe Colonie von B. aquatilis (100 : 1).
Fig. 1 D. Oberflächliche Colonie von B. aquatilis (100 : 1).
Fig. 2 A. B. arborescens; Präparat aus Gelatinecultur (1000 : 1).
Fig. 2 B. B. arborescens; Präparat aus Bouilloncultur (1000 : 1).
Fig. 2 C. Jüngste Colonie von B. arborescens (100 : 1).
Fig. 2 E. Aeltere Colonie von B. arborescens (100 : 1).
Fig. 2 D. Noch ältere Colonie von B. arborescens (100 : 1).
Fig. 3 A. B. vermicularis; Präparat aus Gelatinecultur (1000 : 1).
Fig. 3 B. Sporenketten von B. vermicularis aus Kartoffelcultur (1000 : 1).
Fig. 3 C. Jüngste Colonie von B. vermicularis (100 : 1).
Fig. 3 D. Oberflächliche Colonie von B. vermicularis.

(Tafel III.)

Fig. 1 A. Colonie von B. nubilus auf der Gelatineplatte nach 48 Stunden.
Fig. 1 B. Centrum einer älteren Colonie von B. nubilus (100 : 1).
Fig. 1 C. Colonie von B. nubilus (100 : 1).
Fig. 1 D. Stichcultur von B. nubilus in Gelatine.
Fig. 2 A. Stichcultur von B. ramosus in Gelatine.
Fig. 2 B. B. ramosus aus einer zwei Tage alten Gelatinecultur (1000 : 1).
Fig. 2 C. B. ramosus aus einer 14tägigen Agar-Agar-Cultur (1000 : 1).
Fig. 2 D. B. ramosus; Cultur im hängenden Tropfen (1000 : 1).
Fig. 2 E. Aeltere Colonie von B. ramosus (100 : 1).
Fig. 3 A. } Fig. 3 B. } B. viscosus; Präparat aus Gelatinecultur (1000 : 1).
Fig. 3 C. Jüngste Colonie von B. viscosus (100 : 1).
Fig. 4 A. B. aurantiacus; Präparat aus einer Col. v. d. Gelatineplatte (100 : 1).
Fig. 4 B. Dasselbe 1500 mal vergrössert.
Fig. 4 C. B. aurantiacus; Präparat aus einer Kartoffelcultur (1000 : 1).
Fig. 4 D. B. aurantiacus; Präparat aus einer Agar-Agar-Cultur (1000 : 1).
Fig. 4 E. Jüngste Colonie von B. aurantiacus (100 : 1).

(Tafel IV.)

Fig. 1 A. B. violaceus; Präparat aus Gelatinecultur (1000 : 1).
Fig. 1 B. B. violaceus; Präparat aus einer älteren Agar-Agar-Cultur (1000 : 1).
Fig. 1 C. Junge Colonie von B. violaceus (100 : 1).
Fig. 1 D. Colonie von B. viol., welche schon die Gelatine verflüssigt hat (100 : 1).
Fig. 1 E. Aeltere Colonie von B. violaceus (100 : 1).
Fig. 2 A. B. scissus; Präparat aus einer Colonie von der Platte (100 : 1).
Fig. 2 B. B. scissus; Präparat aus einer Bouilloncultur (100 : 1).
Fig. 2 D. Oberflächliche Colonie von B. scissus (100 : 1).
Fig. 2 C. Tiefe Colonie von B. scissus (100 : 1).
Fig. 3 A. } Fig. 3 B. } Verschiedene Formen von B. candicaus (1000 : 1).
Fig. 3 C. Jüngste Colonie von B. candicaus.
Fig. 4 A. B. diffusus; Präparat aus Gelatinecultur (1000 : 1).
Fig. 4 B. Jüngste Colonie von B. diffusus (100 : 1).
Fig. 4 C. Etwas ältere Colonie von B. diffusus (100 : 1).
Fig. 4 D. Aeltere oberflächliche Colonie von B. diffusus.

Beitrag zur Kenntniss der Schweineseuche.

Von

Dr. **Bleisch**, Kgl Kreis-Physikus zu Cosel in Ober-Schlesien,

und

Dr. **Fiedeler**, Kgl. Kreis-Thierarzt zu Cosel in Ober-Schlesien.

Am 30. October 1888 wurden uns von dem Käsefabrikanten Heumos zu Krzanowitz die halbfaulen Lungen zweier nothgeschlachteten Schweine mit folgenden Angaben zur Untersuchung übergeben:

„Vor etwa zwei Monaten kaufte ich auf dem Coseler Viehmarkte aus verschiedenen Treiberherden 23 Schweine, unter welchen vier Wochen später Krankheitserscheinungen auftraten, die Anfangs in Husten und Athmungsbeschwerden, später ausserdem in Störung der Fresslust bestanden. Von diesen Schweinen habe ich vier Wochen nach dem Ankaufe sieben Stück verkauft und dafür aus meinem Bestande sieben Stück in demselben Stall untergebracht.

Sobald ich später an den Thieren gefahrdrohende Krankheitserscheinungen bemerkte, habe ich dieselben zum Abschlachten verkauft, so dass aus jenem Stalle nur drei Thiere eingegangen sind, während ich sechs Stück an den Fleischer verkauft und zwei zum eigenen Gebrauche nothgeschlachtet habe; von den letzteren stammen die zur Untersuchung übergebenen Lungen.

Die Lungen der meisten geschlachteten Thiere habe ich gesehen und gefunden, dass sie zu gross und von derber, „todter“ Beschaffenheit waren.“

Diese beiden Lungen zeigten folgenden Befund:

Lunge I. Volumen nicht vergrössert, Pleuraüberzug im Allgemeinen glatt, rechter Hautlappen mit dem mittleren frisch verklebt; Oberfläche blassgelb, roth marmorirt. Vorder- und Mittellappen beiderseits und der vordere Theil des linken Hauptlappens derb, auf Fingerdruck nicht knisternd, grauroth; der rechte und linke Hauptlappen ausserdem von kleinen, bis

haselnussgrossen, derben Knoten durchsetzt. Schnittfläche dieser hepatisirten Theile und Knoten gleichmässig grauroth, feucht. Aus den Luftröhrendurchschnitten entleert sich auf Druck glasiger, graugelb gefärbter, sehr zäher Schleim, aus dem hepatisirten Lungengewebe schmutzig graurothe, trübe, von Luftbläschen freie Flüssigkeit. Die Luftröhrenschleimhaut nicht geschwellt oder geröthet, die Bronchialdrüsen geschwellt, auf dem Durchschnitt feucht, von markigem Ansehen, grauroth, von käsigen Herden durchsetzt.

Lunge II. Sehr umfangreich, durchweg knotig, derb, auf Fingerdruck wenig knisternd. Pleuraüberzug und Pericard nicht spiegelnd, mit leicht abstreifbarem, fibrinösen Belage versehen. Farbe grauroth, stellenweise fleckig-dunkelroth. Der Durchschnitt, theils grauroth, theils dunkelroth, weist zahlreiche, theils grössere, theils kleinere, durch lufthaltige Parthieen von einander getrennte Stellen auf, die, grauroth bis dunkelroth gefärbt, sich derb anfühlen und auf Druck trübe, graurothe, von Luftbläschen freie Flüssigkeit entleeren. Aus den innerhalb dieser hepatisirten Stellen gelegenen Bronchialdurchschnitten entleert sich glasiger, graugelb gefärbter, sehr zäher Schleim. Luftröhrenschleimhaut nicht geschwellt oder geröthet. Bronchialdrüsen geschwellt, auf dem Durchschnitt markig grauroth, von käsigen Herden durchsetzt.

In den von dem Gewebssaft dieser beiden Lungen angelegten, mittelst Fuchsin gefärbten Ausstrichpräparaten fanden sich zahlreiche Stäbchenbacterien von der verschiedensten Grösse und Form.

Dieser anatomische Befund, zusammengehalten mit dem Inhalte der obigen Angaben des Besitzers der fraglichen Schweine, legte die Vermuthung von vornherein nahe, dass es sich um eine ansteckende Schweinekrankheit handelte.

Behufs Feststellung der Krankheit nach ihrer Natur und Aetiologie entschlossen wir uns deshalb zur Vornahme von Impfversuchen und bacteriologischen Untersuchungen, welche, da uns ein stetig wachsendes Material zufloss, einen grösseren Umfang annahmen, als wir von vornherein beabsichtigt hatten.

Wenn wir die Ergebnisse dieser Untersuchungen veröffentlichen, so müssen wir gleichzeitig eine gewisse Rücksichtnahme für uns in Anspruch nehmen, da uns bei unseren Arbeiten nicht die reichen Mittel eines bacteriologischen Instituts zur Verfügung standen und unsere Arbeitszeit naturgemäss eine ungeregelte und beschränkte war; andererseits glauben wir uns zu dieser Veröffentlichung berechtigt, weil wir uns bewusst sind, dadurch, — dank der Reichhaltigkeit und Frische des uns zur Verfügung stehenden Untersuchungsmaterials — zur Vervollständigung der noch

immer mangelhaften Casuistik beizutragen, und weil die grosse Nähe des Seuchenherdes es uns möglich machte, über den noch nicht genügend aufgeklärten Modus der Weiterverbreitung der Krankheit nicht ganz unfruchtbare Untersuchungen anzustellen.

Der Gang unserer Arbeiten wurde im Allgemeinen durch den Inhalt der vorzüglichen Schütz'schen Arbeiten bestimmt.

Zur Erzielung von Reinculturen des von uns vermutheten Krankheitserregers bedienten wir uns nicht nur des Koch'schen Plattenverfahrens, sondern gleichzeitig, nach Vorgang von Schütz, der directen Verimpfung des fraglichen Materials auf Kaninchen und Hühner in der Erwägung, dass es schwierig werden könnte, unter den zahlreichen auf der Platte zu erwartenden, fremden Colonieen die richtigen, ihrer Form und ihrem Wachsthum nach uns ja noch unbekannten pathogenen Colonieen herauszufinden.

I. Versuchsreihe.

Am 30. October 1888 wurde Kaninchen Nr. 1 in folgender Weise geimpft:

Nach Reinigung der Oberfläche der Lunge Nr. I mittelst Sublimatlösung (1:1000) wurde mit einem ausgeglühten Messer ein senkrecht zur Oberfläche stehender Schnitt in einen Knoten der Lunge und mit einem zweiten ausgeglühten Messer von der entstandenen Schnittfläche aus ein anderer, zu dem ersten in rechtem Winkel stehender Schnitt gemacht. Aus dieser zweiten Schnittfläche wurde mittelst ausgeglühter Pincette ein Gewebsstückchen herausgehoben und in eine am Rücken des Kaninchens mit ausgeglühter Scheere angelegte Hauttasche geschoben.

Ein in derselben Weise gewonnenes Gewebsstückchen wurde in einem mit sterilisirter, durch mässiges Erwärmen flüssig gemachter Fleischpeptongelatine versehenen Reagensgläschen mittelst ausgeglühter Platinnadel verrieben; von diesem Gläschen wurde ein zweites, von diesem ein drittes mittelst je zehn Oesen geimpft, der Inhalt in je eine sterilisirte Glasschale ausgegossen und nach dem Erstarren der Gelatine die Schalen bei Zimmertemperatur gehalten.

Am Morgen des 31. October war das Kaninchen traurig und athmete schwer, die Impfwunde trocken, ihre Umgebung heiss. Mastdarmtemperatur 41·2° C.

Am 1. November war der Tod eingetreten.

Sectionsbefund: An der Impfstelle ist das Unterhautbindegewebe und das Muskelgewebe eiterig durchtränkt, die Lymphgefässe mit eiterigem Rahm prall gefüllt, die Lymphdrüsen der Flankenfalten bohnengross, ihre Schnittfläche markig, mit dunkelrothen Flecken durchsetzt, die Submaxillar-

drüsen markig geschwellt. In der Brusthöhle blutige Flüssigkeit, die Lungen ödematös, ihr Ueberzug spiegelnd, ihre Schnittfläche hellroth, ihr Gewebe überall lufthaltig. Herzohren und -Kammern mit weichgeronnenem Blute gefüllt. Milz leicht geschwellt, ihre Pulpa reichlich, ihre Zeichnung undeutlich. Leber braunroth, glatt, an der Oberfläche mit kleinen Ecchymosen besetzt, auf dem Durchschnitt sehr blutreich. Magenschleimhaut nicht verändert, Schleimhaut des Dünndarms schwach geröthet, die der Blinddarmklappe nicht verändert, ebenso wenig die des mit breiigem Inhalte gefüllten Dickdarmes; die Peyer'schen Plaques kaum erkennbar.

In den Ausstrichpräparaten, die aus dem rahmigen Eiter der Impfstelle, aus dem Gewebssafte der Leber und Milz angefertigt und theils mittelst Gentianaviolett, theils mittelst Fuchsin gefärbt wurden, fanden wir ausschliesslich eine ungeheure Menge kleiner, jedoch verhältnissmässig breiter, an den Enden abgerundeter, gleichmässig gefärbter Bacterien, welche im hohlen Objectträger sich unbeweglich erwiesen.

In der Milz dieses Kaninchens wurde in der gleichen Weise, wie oben beschrieben, ein Doppelschnitt angelegt und mit geglühter Oese ein Tropfen Milzblut in einem mit sterilisirter, alkalischer Brühe armirten Reagensgläschen vertheilt.

Ein in derselben Weise, wie oben geschildert, gewonnenes Gewebsstückchen der Milz wurde zur Infection von Gelatineplatten benutzt, wobei genau in der früher geschilderten Weise verfahren wurde.

Ferner wurde unter den gleichen Vorsichtsmassregeln eine mit dem Gewebssaft der Lunge benetzte, vorher ausgeglühte Platinnadel in ein mit sterilisirter, neutraler Fleischpeptonagar versehenes Gläschen eingestochen und endlich je einem Kaninchen ein Gewebsstückchen der Milz (Kaninchen 4) bezw. ein solches der Lunge (Kaninchen 5) in eine am Ohr angelegte Hauttasche geschoben.

Beide Kaninchen waren am 2. November gestorben. Der Sections- und der bacteriologische Befund stimmten mit dem oben geschilderten des Kaninchen 1 überein.

Die Untersuchung der von der Schweinelunge I am 30. October angelegten Platten führte zu keinem Ergebnisse, sei es, weil die von uns benutzte Fleischpeptongelatine, wie sich später für einen Theil derselben herausstellte, nicht genügend neutralisirt war, sei es, weil wir der grossen Menge verschiedener, zum grossen Theil der Fäulniss angehörigen Colonieen in unserer Unkenntniss über die Wachsthumseigenthümlichkeiten der von uns gesuchten Bacterien, welche zudem in der Schnelligkeit des Wachsthums weit hinter den gewöhnlichen Bacterien zurückstehen, rathlos gegenüberstanden.

Besser erging es uns mit den aus Kaninchen 1 am 1. November angelegten Platten, die wir, um Verunreinigungen bis zur entscheidenden

Untersuchung auszuschliessen, erst am 10. November untersuchten. Hier waren in allen drei Platten eine entsprechende Zahl unter einander durchaus sich gleichender, die Gelatine nicht verflüssigender Colonieen gewachsen, welche in der der zweiten Verdünnung angehörigen Platte winzig kleine, unter dem Mikroskope bräunlich-gelbe, runde, fein granulirte und mit concentrischer Ringzeichnung versehene Conglomerate darstellten.

Die von diesen Colonieen gewonnenen Ausstrich- und Klatschpräparate zeigten nach Fuchsinfärbung unter Anwendung von Zeiss' Apochromat Oelimmersion 1·30, Apert 2·0 und Compens Ocular Nr. 8 theils ganz kurze, aber breite und deshalb mikrokokkenartig geformte, theils längere, breite, aber immer mit abgerundeten Enden versehene Bacterien, daneben solche, die nur an den Enden gefärbt waren und sich deshalb wie zwei, durch schmale Leisten mit einander verbundene Mikrokokken darstellten, theils endlich entsprechend dicke, längere Fäden von oft geschwungener Form. Wir bemerken, dass sich alle diese verschiedenen Gebilde in jeder einzelnen der vielen von uns untersuchten Colonieen vorfanden.

Die am 1. November inficirte und bei Bruttemperatur gehaltene Brühe zeigte sich am 3. November stark getrübt und enthielt, wie gefärbte Ausstrichpräparate nachwiesen, eine Reincultur von Bacterien, die ovoide Form besassen und bei bald grösserer, bald geringerer Länge zum Theil ein ungefärbtes Mittelstück aufwiesen.

Der am 1. November angelegte Agarstich zeigte am 11. November eine bis zu seinem unteren Ende reichende weisse Farbe; um den Einstich herum befand sich an der Oberfläche ein trübgrauer, durchscheinender, trockener Wall von geringer Ausdehnung. Gefärbte Ausstrichpräparate, von diesem Wall entnommen, wiesen eine Reincultur von Bacterien auf, deren Form mit derjenigen übereinstimmte, wie wir sie in den Plattenculturen, in der Brühe und auch in Organen der Kaninchen 1, 4 und 5 nachgewiesen hatten.

Um den pathogenen Charakter der ausserhalb des Körpers gezüchteten Bacterien nachzuweisen, wurden am 10. November zwei der in der zweiten, von Kaninchen 1 stammenden Verdünnungsplatte gewachsenen, mit concentrischen Ringen versehenen Colonieen mittelst geglühter Platinnadel gefischt und damit abermals ein Kaninchen (Nr. 16) und ein Huhn (Nr. 3) unter Beobachtung der beschriebenen Vorsichtsmassregeln, ersteres am Ohr, letzteres unter dem Flügel geimpft.

Huhn 3 war am 12. November todt.

An der Impfstelle fand sich starke, entzündliche Reaction; an den inneren Organen fiel uns, abgesehen von Röthung der Dünndarmschleimhaut, makroskopisch nichts auf. Ausstrichpräparate, vom Gewebssafte verschiedener Organe angefertigt, zeigten gefärbt ausserordentlich zahlreich

ovoide Bacterien der oben beschriebenen Form, viele davon mit ungefärbtem Hohlraume versehen.

Kaninchen 16 starb am 7. December.

Sectionsbefund: Sehr abgemagerter Leichnam, an der Impfstelle geringe entzündliche Reaction neben einzelnen schwach mit Eiter gefüllten Lymphsträngen; Axillardrüsen geschwellt, im Herzbeutel geringe Menge röthlicher Flüssigkeit, Lungen normal. Milz leicht geschwellt, Leber geschwellt, glatt, im Allgemeinen dunkelbraunroth, an der Oberfläche zahlreiche, theils zweigförmige, theils rundliche, weissgelb gefärbte Stellen, ebenso auf dem braunrothen Durchschnitt, welche durch schmierige Massen gebildet werden. Am Magen und Darm nichts Auffälliges.

In den von dem Inhalt der Lymphstränge an der Impfstelle, vom Gewebssaft der Leber, Milz, Lungen und von der Herzbeutelflüssigkeit angefertigten und mit Fuchsin oder Gentianaviolett gefärbten Präparaten fanden sich durchweg sehr wenige der beschriebenen ovoiden Bacterien, aber diese ausschliesslich.

Wegen des von dem bisher Gesehenen in der Dauer abweichenden Krankheitsverlaufes und des ebenfalls abweichenden anatomischen und bacteriologischen Befundes wurde am 7. December:

a) aus dem Herzblute eine Brühecultur angelegt, in welcher sich nach einigen Tagen ausschliesslich ovoide Bacterien vorfanden.

b) Kaninchen 36 mittelst eines kleinen Leber- und Herzstückchens des Kaninchens 16 in der oben angegebenen Art am Rücken geimpft. Dasselbe starb am 15. December.

Sectionsbefund: Impfwunde verklebt; um die Impfstelle herum ist das Unterhautbindegewebe in der Ausdehung eines Fünfmarkstückes eiterig infiltrirt. An Herz und Lungen nichts Auffälliges, Milz leicht geschwellt. Pulpa weich. An Nieren und Leber trübe Schwellung.

Ausstrichpräparate des Eiters der Impfstelle weisen ein buntes Bacteriengemisch ohne Vorwalten einer besonderen Form nach.

Ausstrichpräparate vom Gewebssaft der Leber, Nieren und Milz weisen nicht sehr zahlreich Bacterien auf, welche jedoch sämmtlich in der Form und Grösse mit den beschriebenen ovoiden Bacterien übereinstimmen.

Damit wurde die erste Versuchsreihe abgeschlossen. Das Schema derselben, sowie die der nachfolgenden Versuchsreihen befinden sich auf S. 450.

Wir bemerken dazu, dass der Uebersicht wegen in diesem Schema nur diejenigen Impfthiere, Platten, Stiche und Brüheculturen Aufnahme gefunden haben, bei welchen ein positives Ergebniss erzielt wurde.

Am 31. October wurden bei einem hiesigen Fleischer fünf aus dem inficirten Stalle stammende Schweine — Nr. I bis V — geschlachtet, von uns geöffnet und untersucht.

Zwei von ihnen, die anscheinend am schwersten erkrankt waren, boten bei Lebzeiten folgende Krankheitserscheinungen:

Schwein I: Bastard, Borg, fünf Monate alt, mittelmässig ernährt, Husten und geringe Athembeschwerde, Mastdarmtemperatur 40·4°, Fresslust normal.

Schwein II. Bastard, Sau, sieben Monate alt, geringer Husten, mässige Ernährung, 39·4° Mastdarmtemperatur, Fresslust normal.

Beide Schweine wurden in folgender Weise von uns geöffnet und untersucht.

Die Haut der Bauchfläche wurde mit Sublimatlösung (1:1000) abgewaschen, alsdann mit geglühtem Messer der Bauchschnitt gemacht und mit einem zweiten, ausgeglühten Messer die Bauchhöhle eröffnet, worauf die Herausnahme der Milz mit abermals ausgeglühtem Messer erfolgte. Nach Entfernung der Eingeweide und Durchschneidung des Zwerchfells wurden die Lungen herausgenommen.

Milz und Lungen wurden unmittelbar nach der Herausnahme in Fliesspapier, welches mit der genannten Sublimatlösung getränkt war, eingewickelt und in sterilisirte gläserne Doppelschalen getrennt gegeben.

Die übrigen drei Schweine (III, IV und V), ebenfalls der veredelten Landrace angehörend und nicht über acht Monate alt, welche angeblich bei Lebzeiten keine Krankheitserscheinungen gezeigt hatten, wurden ohne diese Vorsichtsmassregeln geöffnet.

Sectionsbefund: Schwein I. Haut und Unterhautzellgewebe nicht verändert, ebenso wenig die übrigen Organe, wie besonders die Schleimhaut des Dünn- und des mit Fäces gefüllten Dickdarmes, mit Ausnahme der Lungen und zwar: Brustfelle glatt, Vorderlappen beiderseits grauroth hepatisirt. Mittellappen links im vorderen Theile hepatisirt, im hinteren lufthaltig. Mittellappen rechts enthält dunkelkirschrothe, derber auzufühlende Felder, die durch lufthaltige hellrothe Stellen von einander getrennt sind. Linker Hauptlappen von hepatisirten, härteren, graurothen Stellen durchsetzt. Rechter Hauptlappen mit einzelnen härteren Knoten durchsetzt. Auf der Schnittfläche einige käsige Stellen in den Vorderlappen. Bronchialdrüsen markig geschwellt und mit käsigen Herden durchsetzt. Aus den feinsten Bronchialdurchschnitten innerhalb der hepatisirten Stellen quillt auf Druck glasiger, graugelber, äusserst zäher Schleim.

Bei den übrigen Lungen (Schwein II bis V) waren nur die Vorderlappen, und zwar besonders an ihrem unteren Theil, felderweise, grauroth hepatisirt. Eine Lunge zeigte ausserdem frische, fibrinöse Auflagerungen, unter denen sich in den Maschen des subpleuralen Gewebes punktförmige Blutungen befanden. Der Befund der Bronchialdrüsen gleicht dem von Schwein I.

In den vom Gewebssaft der hepatisirten Stellen dieser Lungen angelegten Ausstrichpräparaten fanden wir keine Bacterien.

II. Versuchsreihe.

Am 31. October wurde mit einem den hepatisirten Theilen der Lunge des Schwein I unter den früher beschriebenen Vorsichtsmassregeln entnommenen Gewebsstückchen Kaninchen 2 am Rücken geimpft.

Am 1. November zeigt sich dasselbe traurig, athmet angestrengt, die Impfstelle ist heiss und geschwellt, Mastdarmtemperatur 40·9.

Am 4. November grosse Mattigkeit, Schwäche im Kreuz, Mastdarmtemperatur 40·6°.

Am 5. November stinkende Durchfälle.

Am 6. November Tod.

Sectionsbefund: Impfwunde trocken verklebt, um die Impfstelle herum in weiter Ausdehnung das Unterhautzellgewebe in eine derbe, dicke, weisse Masse verwandelt; von hier aus führen dicke, weisse Lymphstränge nach den nächsten Lymphdrüsen hin. Lungen hellroth, auf der Schnittfläche rothfleckig, Leber und Milz geschwellt.

In den Ausstrichpräparaten der Milz, Leber, Lungen, des Herzblutes und besonders des rahmartig infiltrirten Bindegewebes der Impfstelle ausserordentlich zahlreiche, zu kleinen Haufen zusammen liegende, ovoide Bacterien von dem früher beschriebenen Aussehen.

Unter Beobachtung der früher angegebenen Vorsichtsmassregeln wurden am 7. November von Organtheilen des Kaninchen 2 geimpft:

a) Kaninchen 10 mit Herzblut am Ohre,

b) Kaninchen 11 mit einem Milzstückchen am Ohre.

Beide Kaninchen waren am 8. November todt und zeigten den Sectionsbefund von Kaninchen 1.

In den aus Leber, Milz, Blut und der Impfstelle stammenden Ausstrichpräparaten fanden sich die beschriebenen ovoiden Bacterien in grosser Menge.

Von Kaninchen 10 wurde Kaninchen 12 in der früher angegebenen Weise am 9. November geimpft. Dasselbe starb am 11. Novbr. und zeigte bei der Leichenöffnung denselben Befund wie Kaninchen 16. In den von einzelnen Organen, besonders aus den embolischen Herden der Leber stammenden Ausstrichpräparaten fanden sich sehr zahlreich und ausschliesslich die ovoiden Bacterien vor.

Von Kaninchen 12 wurde:

a) am 11. November Huhn 4 unter dem Flügel mittelst eines Stückchens aus einem embolischen Leber-Herde;

b) am 13. Nov. Kaninchen 17 am Rücken mit Herzblut geimpft.

Huhn 4 starb am 22. November.

Sectionsbefund: Die Impfstelle zeigte geringe Reaction, der übrige Sectionsbefund war negativ.

In den aus verschiedenen Organen angelegten Ausstrichpräparaten fanden wir lediglich die ovoiden Bacterien sehr zahlreich vor. Es wurden:

a) mittelst eines Leberstückchens des Huhn 4 am 22. November drei Fleischpeptongelatine-Platten in der früher beschriebenen Weise angelegt.

In diesen Platten wuchsen im Verlaufe der nächsten Tage wiederum die oben beschriebenen, mit concentrischen Ringen versehenen Colonieen, deren Bacterien dieselbe Form zeigten, wie die von Kaninchen 1 gewachsenen Culturen.

b) am 22. November wurde Kaninchen 26 mittelst eines Herzstückchens von Huhn 4 auf dem Rücken geimpft.

Dasselbe starb am 28. November.

Sectionsbefund: Impfwunde verklebt, an der Impfstelle ist das Bindegewebe an einer thalergrossen Stelle eiterig infiltrirt, Leber geschwellt und mit denselben embolischen Herden durchsetzt, wie bei Kaninchen 16; Milz leicht geschwellt, Lungen rechts lufthaltig, rothfleckig, links derb, auf der Schnittfläche roth marmorirt, auf Druck quillt fester Schleim aus den Bronchien.

In den von der Impfstelle, dem Blut und den Organen angelegten Ausstrichpräparaten ausserordentlich zahlreich unsere ovoiden Bacterien.

Aus dem Herzblute des Kaninchen 26 wurden am 28. Nov. angelegt:

1. drei Fleischpeptongelatine-Platten, welche nach Verlauf einiger Tage charakteristische Colonieen zeigten,

2. eine Stichcultur in Fleischpeptonagar,

3. eine Stichcultur in Fleischpeptongelatine.

Beide Stichculturen wuchsen in der früher geschilderten charakteristischen Weise und bestanden, wie nach der Anfertigung gefärbter Ausstrichpräparate sich zeigte, lediglich aus den ovoiden Bacterien.

Kaninchen 17 war am 1. December todt.

Sectionsbefund: Starke Abmagerung, geringe Reaction an der Impfstelle, an derselben einzelne, eiterig infiltrirte Lymphstränge; in der Leber wiederum, wie beim Kaninchen 16 und 26 zahlreiche embolische Herde.

In den Ausstrichpräparaten nicht allzu zahlreich ovoide Bacterien.

Aus dem Herzblute von Kaninchen 11 wurde Huhn 2 am 8. Nov. unter dem linken Flügel geimpft. Dasselbe war am nächsten Tage traurig und zeigte geringe Athembeschwerde. Temperatur 42·5, welche Erscheinungen nach einigen Tagen verschwunden waren. Das Huhn blieb lebendig.

III. Versuchsreihe.

Am 31. October wurde aus der Milz des Schwein II unter den früher angegebenen Vorsichtsmassregeln Kaninchen 3 geimpft.

Am 1. November war dasselbe weniger munter, Temperatur 39·6, geringe Athembeschwerden, Impfstelle heiss, empfindlich.

Am 2. November Temperatur 40·6. Am 3. November Tod.

Sectionsbefund: Impfwunde verklebt, Unterhautzellgewebe im Umfange eines Markstückes eiterig infiltrirt. Eiterige Lymphangitis an der Impfstelle, Lymphdrüsen der Flankenfalten markig geschwellt.

In den Ausstrichpräparaten der Impfstelle und der inneren Organe zahlreiche, zum Theil mit Hohlräumen versehene ovoide Bacterien.

17 Stunden nach dem Tode, also am 4. November, wurden mittelst eines Milzstückchens von Kaninchen 3 geimpft:

1. Kaninchen 8 am rechten Ohre,
2. Huhn 1 unter dem linken Flügel.

Kaninchen 8 war am 5. November todt.

Ausstrichpräparate der Organe zeigten sehr zahlreich die ovoiden Bacterien.

Mit dem Herzblut des Kaninchen 8 sofort beschickte alkalische Brühe war am 9. November bei Zimmertemperatur trübe geworden und zeigte in Ausstrichpräparaten Reincultur unserer ovoiden Bacterien.

Huhn 1 starb am 17. November.

Ausstrichpräparate der Organe zeigten eine geringe Anzahl unserer ovoiden Bacterien, aber diese auch nur allein.

Am 17. November wurden von Huhn 1:

1. drei aus Leberblut inficirte Fleischpeptongelatine-Platten angelegt, in welchen nach einigen Tagen die früher beschriebenen Colonieen unserer ovoiden Bacterien wuchsen.

2. Kaninchen 20 mit Leberblut am Rücken geimpft.

Dieses war am 22. November todt.

Seine Organe zeigten in Ausstrichpräparaten nur wenige unserer Bacterien, aber auch nur diese allein.

Am 19. November wurden mittelst eines Lungenstückchens von Huhn 1 geimpft:

1. Huhn 7 unter dem Flügel.

Tod am 17. December.

Sectionsbefund: Negativ bis auf den des Zwölffingerdarms, dessen Schleimhaut braunroth und geschwellt war, und bis auf deutliche Schwellung des Solitärfollikel.

In den aus der Lunge, dem Knochenmark und dem Blute stammenden Ausstrichpräparaten unsere ovoiden Bacterien in geringer Zahl, in der Leber wurden keine gefunden.

2. Kaninchen 21 mit einem Lungenstückchen am Rücken.

Tod am 25. November.

Sectionsbefund: Starke Abmagerung. An der Impfstelle das Unterhautbindegewebe eiterig infiltrirt. Rechte Lunge gleichmässig, linke fleckig-roth. Innerhalb dieser hämorrhagischen Stellen halbhirsekorngrosse, tuberkelähnliche, die Pleura vorwölbende Knötchen.

Aus diesen Knötchen angefertigte, mit Ziel'scher Fuchsinlösung gefärbte und nachträglich entsprechend entfärbte Ausstrichpräparate zeigen keine Tuberkelbacillen. Der Impfstelleneiter enthielt ebenso wie Leber und Blut zahlreich unsere ovoiden Bacterien.

Aus dem Herzblut des Kaninchen 21 wurden am 25. November drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt, in welchen nach einigen Tagen die Colonieen unserer ovoiden Bacterien wuchsen.

Mittelst eines von Kaninchen 21 entnommenen Lungenstückchens wurde am 25. November Kaninchen 25 am Rücken geimpft.

Tod am 2. Januar 1889.

Sectionsbefund: An der Impfstelle keine Reaction; auch sonst keine Veränderungen an den inneren Organen.

In den Ausstrichpräparaten der inneren Organe waren keine Bacterien zu finden.

Wir bemerken hierzu, dass wir am 2. Januar 1889 aus der Milz des Kaninchen 3 und der Leber des Kaninchen 20 je drei Fleischpeptongelatine-Platten, sowie aus Lunge und Milz des Kaninchen 3 je einen mit alkalischer Brühe beschickten hohlen Objectträger inficirten, ohne indess damit zu einem positiven Ergebnisse zu kommen.

IV. Versuchsreihe.

Am 2. November wurde aus einem unter den früher angegebenen Vorsichtsmaassregeln angelegten Doppelquerschnitte eines hepatisirten Theiles der Lunge des Schwein III, welche noch keinen Verwesungsgeruch zeigte, geimpft: Kaninchen 6 und Kaninchen 7. Beide waren am 3. November todt.

Wegen Mangel an Zeit wurde nur Kaninchen 7 geöffnet, welches ausser eiteriger Infiltration der Impfstelle keinen auffallenden Sectionsbefund zeigte.

In den Ausstrichpräparaten aus Milz und Leber ausserordentlich zahlreich ovoide Bacterien, besonders aber in dem Eiter der Impfstelle.

Drei aus der Milz des Kaninchen 7 inficirte Fleischpeptongelatine-Platten verdarben in Folge von Schimmelbildung.

Am 9. November wurden in einer hiesigen Fleischerei wiederum 7 aus dem inficirten Stall stammende Schweine VI—XII (die letzten), welche bei Lebzeiten geringen Husten und schlechte Ernährung gezeigt hatten, geschlachtet.

Dieselben gehörten, wie alle früheren, der veredelten Landrace an und waren 5 bis 8 Monat alt.

Schwein VI und VII wurden von uns unter den früher beschriebenen Vorsichtsmaassregeln geöffnet.

Sectionsbefund: Schwein VI. An der Innenfläche des rechten Hinterschenkels ein 50-pfennigstückgrosses Geschwür mit zernagten Rändern; Grund und Ränder hart. In der Richtung nach der Flankenfalte hin im Verlaufe der Lymphgefässe eine Reihe von drei kleineren, sonst ebenso beschaffenen Geschwüren. In der entgegengesetzten Richtung in der Nähe des Sprunggelenks eine halbhühnereigrosse, fluctuirende Cyste, mit Jauche gefüllt und mit jauchigen, missfarbenen fetzigen Wänden versehen. Rechte Leistendrüse zweimal so gross wie die linke, auf der Schnittfläche derbe und zahlreiche käsige Herde innerhalb des markig geschwellten Gewebes aufweisend.

Vorderlappen der Lungen beiderseits inselförmig grauroth hepatisirt, die grossen Bronchien mit feinblasigem rothen, die feinen zu den hepatisirten Stellen führenden mit graugelbem, glasigen zähen Schleim gefüllt. Bronchialdrüsen markig geschwellt, geringer Milztumor, der gefüllte Dickdarm nicht verändert.

In den aus dem glasigen Bronchialschleim, aus dem Herzblut, dem Milzsaft, dem Bronchialdrüsenkäse und aus den geschwellten Leistendrüsen angefertigten Ausstrichpräparaten fanden sich sehr zahlreich unsere ovoiden Bacterien vertreten, besonders zahlreich im zähen, graugelben Brochialschleim, in geringer Anzahl in den grauroth hepatisirten Stellen.

In den gehärteten Schnittpräparaten der hepatisirten Theile der Lunge fanden sich zahlreich in Haufen liegend die gleichen Bacterien.

Der Lungenbefund der Schweine VII bis XII wich von dem des Schwein VI nicht wesentlich ab.

Auch der Bacterienbefund war derselbe.

V. Versuchsreihe.

Als Ausgangsobject diente die unter den früher beschriebenen Vorsichtsmaassregeln entnommene, geschwellte rechte Leistendrüse des Schwein VI.

Einem in der gewohnten Weise in derselben am 9. November angelegten doppelten Querschnitt wurde ein Käsetheilchen entnommen und

1. dem Kaninchen 13 unter den Rücken gebracht,

2. mit einem gleichen Theilchen drei Fleischpeptongelatine-Platten inficirt, in welchen nach einigen Tagen die früher geschilderten, später mit concentrischen Ringen versehenen Colonieen heranwuchsen.

Kaninchen 13 war am 11. November todt.

Der Sectionsbefund wies neben eiteriger Infiltration der Impfstelle röthliches Transsudat in der Brusthöhle und die früher beschriebenen, embolischen Herde in der Leber auf.

In den Ausstrichpräparaten des Impfstellen-Eiters, des Transsudates und der Leberemboli wiederum sehr zahlreich und allein unsere ovoiden Bacterien vorhanden.

Mit einem Leberstückchen des Kaninchen 13 wurde am 13. November Huhn 5 unter dem rechten Flügel geimpft. Tod am 14. November.

Sectionsbefund: An der Impfstelle starke Reaction, Leber geschwellt, braunroth.

In den aus Lebergewebssaft, Herzblut und Impfstelleneiter angefertigten Ausstrichpräparaten sehr zahlreich unsere ovoiden Bacterien.

Aus dem Herzblut des Huhn 5 wurden am 14. November drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt, in welchen am 20. November sich die charakteristischen Colonieen unserer ovoiden Bacterien gewachsen fanden.

Aus einer in der 2. Verdünnungsplatte gewachsenen Colonie wurde am 20. November ein aus alkalischer Fleischbrühe bestehender hängender Tropfen im hohlen Objectträger inficirt, welcher, trotzdem er bei Bruttemperatur gehalten wurde, steril blieb.

Am 25. November wurde aus einer Colonie derselben Platte eine Stichcultur in Fleischpeptongelatine angelegt, welche am 2. December das charakteristische Wachsthum unserer ovoiden Bacterien zeigte; Ausstrichpräparate erwiesen die Reincultur.

Am 2. December wurde aus dieser Stichcultur:

1. ein Gläschen alkalischer Bouillon inficirt, welche nach einigen Tagen getrübt war und eine Reincultur der ovoiden Bacterien enthielt.

2. Kaninchen 28 am rechten Ohr geimpft. Dasselbe war am 3. December todt.

Sectionsbefund: An der Impfstelle Schwellung und eiterige Infiltration des Bindegewebes, in der geschwellten Leber sehr zahlreiche embolische Herde.

Die Ausstrichpräparate ergaben den ausschliesslichen Befund unserer ovoiden Bacterien.

Aus Herzblut und Lebergewebssaft wurde je eine Stichcultur in Fleischpeptongelatine angelegt.

Am 6. December wurde aus der Stichcultur vom 25. November eine Brühecultur angelegt, welche bei einer Temperatur von 20 bis 35° C. gehalten wurde. Am 10. December war dieselbe trüb und enthielt eine Reincultur unserer ovoiden Bacterien.

Von dieser Brühe wurde am 10. December $^1/_2$ Pravaz'sche Spritze voll dem Kaninchen 35 in die rechte Lunge gespritzt. Am 11. December war Kaninchen 35 todt.

Sectionsbefund: In der Brusthöhle röthliches Transsudat, Pleura glatt, linke Lunge intensiv roth, mit kleinen heller gefärbten Stellen, lufthaltig; rechte Lunge hepatisirt, grauroth. Leichte frische Pericarditis, Leber sehr gross, Oberfläche mit zahlreichen, bis erbsengrossen, vorspringenden, gelblichen Knötchen besetzt, ebenso die Schnittfläche. Milz stark geschwellt, Pulpa reich überquellend, trübe Schwellung der Nieren.

In allen Organen, sowie im Knochenmark und Transsudat sehr zahlreich unsere ovoiden Bacterien. In Schnitten der gehärteten Leber sehr zahlreich und allein unsere ovoiden Bacterien zwischen den Leberzellen, zum Theil in grossen Haufen zusammenliegend.

Aus derselben von Huhn 5 am 25. November angelegten Brühecultur, welche sich rein erhalten hatte, wurde am 3. December Impfschwein 2 neben der linken Schulter mittelst $^3/_4$ einer Pravaz'schen Spritze subcutan inficirt.

Krankengeschichte des Impfschwein 2.

Den 4. December. Ist traurig, steht zitternd da, frisst aber; Haut über der Impfstelle warm und schmerzhaft, nicht roth. Temperatur 41·7.

Den 5. December. Ist munterer, frisst, Impfstelle weniger schmerzhaft. Temperatur 39·4.

Den 8. December. Ist traurig, zittert, stöhnt viel, geht mit krummem Buckel unter Schonung des linken Hinterschenkels; Leib sehr aufgetrieben, gespannt, auf Druck schmerzhaft, Durchfall. Temperatur 39·8.

Den 9. December. Der linke Hinterschenkel wird gar nicht gebraucht, Athembeschwerden. Temperatur 39·6, sonst wie am Tage zuvor.

Den 10. December. Lahmheit beider Hinterschenkel. Beide Sprunggelenke geschwollen, hart, heiss, auf Druck schmerzhaft.

In die Haut über der kinderfaustgrossen Impfgeschwulst wurde am 16. December mit geglühtem Messer ein Einschnitt gemacht, aus dem ödematös geschwellten Gewebe mittelst geglühter Platinnadel ein Tröpfchen Gewebssaft entnommen und dieses auf einem Objectträger ausgestrichen. Dieses Präparat enthielt eine unendliche Zahl unserer ovoiden Bacterien.

Den 8. Februar 1889. Das Thier ist munter, hustet nicht, frisst. Impfgeschwulst bis auf einen kleinen Rest verschwunden, über welchem die Haut eine groschengrosse Narbe zeigt. Die Geschwulst an den Sprung-

gelenken fast verschwunden; dagegen sind die Vorderkniee geschwollen und krumm. Gespannter Gang auf beiden Vorderschenkeln.

Nach dem verspäteten Bericht der Wärterin soll die Geschwulst vor etwa 14 Tagen aufgegangen sein und bis vor Kurzem geeitert haben.

Am 2. März 1889 wurde äusserer Gründe wegen Impfschwein 2 geschlachtet.

Sectionsbefund: Abgemagerter Leichnam, kein Hautödem, keine Hautverfärbungen. An der Impfstelle eine ungefähr 1 ^{cm} lange, lineare, rothbraune, verschiebliche Narbe. Beim Einschneiden daselbst gelangt man auf eine dicht unter der Haut liegende, erbsengrosse, mit gelbgrünem, derbem Käse gefüllte Cyste, deren Wandung glatt und weisslich grau ist. Die Sprunggelenke deutlich, die Vorderkniee weniger verdickt; bei der Eröffnung derselben zeigte sich das um die Gelenke liegende Bindegewebe, sowie die Gelenkbänder verdickt, die Gelenkflächen unverändert. Das Knochenmark der an die Gelenke anstossenden Röhrenknochen ist weich und schmutzig-roth. Käsige Veränderungen nirgends vorhanden. Lungen, Brustfell und Pericard vollständig normal. Bauchfell verdickt, weisslichgrau, die Darmschlingen unter einander und mit der Bauchwand z. Th. mittelst weissgrauer, bindegewebiger Stränge verwachsen. Milz nicht vergrössert, derb, braunroth auf dem Durchschnitt deutlich gezeichnet. Pulpa trocken. Nieren und Leber normal. Magen enthält flüssigen Speisebrei. Magen- und Darmschleimhaut normal. Peyer'sche Plaques, insbesondere in der Nähe der Ileocoecal-Klappe, ebenso wie die Mesenterialdrüsen vergrössert.

In den Ausstrichpräparaten des Knochenmarkes, der Gelenkflüssigkeit und der inneren Organe keine Bacterien, in denjenigen, welche aus dem Inhalt der an der Impfstelle befindlichen Käsecyste angefertigt wurden, sehr zahlreiche Kokken. Von der aus dem Gewebssaft der Milz, der Leber, der Bronchialdrüsen, der Mesenterialdrüsen und dem Käse der erwähnten Cyste angelegten Fleischpeptongelatine-Platten blieben sämmtliche steril bis auf die letzten, aus dem Käse angelegten, in welchen in sehr zahlreichen Colonieen lediglich eine die Gelatine langsam verflüssigende Kokkenart (Staphylococcus pyogenes albus?), nicht aber solche unserer ovoiden Bacterien, heranwuchsen.

VI. Versuchsreihe.

Als Ausgangsobject dienten unter den früher beschriebenen Vorsichtsmassregeln entnommene, hepatisirte und käsig veränderte Theile der Lunge des Schwein VI, sowie Gewebssaft der Lunge und Milz und zwar wurden am 9. November:

1. aus dem Gewebssaft der Lunge und Milz je drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt, die jedoch kein positives Resultat lieferten,

2. mittelst eines hepatisirten Lungenstückchens Kaninchen 15 am Rücken geimpft. Kaninchen 15 war am 12. November todt.

Sectionsbefund: Impfstelle eiterig infiltrirt und mit prall gefüllten Lymphsträngen versehen. Embolische Herde in der Leber.

In den aus den embolischen Herden der Leber stammenden Ausstrichpräparaten sehr zahlreich unsere ovoiden Bacterien.

Aus den Emboli der Leber des Kaninchen 15 wurden am 12. November geimpft:

1. Kaninchen 19 am Rücken,

2. Huhn 6 unter dem Flügel.

Kaninchen 19 zeigte am folgenden Tage doppelschlägiges Athmen und Kreuzlähmung; starb am 13. November.

Sectionsbefund wie bei Kaninchen 15.

Ausstrichpräparate der Impfstelle und der Leberemboli zeigten sehr zahlreich unsere ovoiden Bacterien.

Aus einem der Leberemboli des Kaninchen 19 wurden am 13. November drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt, welche am 20. November sämmtlich eine entsprechende Anzahl der früher beschriebenen charakteristischen Colonieen unserer ovoiden Bacterien zeigten.

Eine in der zweiten Verdünnungsplatte gewachsene Colonie wurde am 20. November gefischt und damit ein Gläschen alkalischer Brühe inficirt, welche bei Zimmertemperatur sich am 22. November stark getrübt hatte. Von dieser Brühe wurde am 22. November der dritte, beziehungsweise fünfte Theil einer Pravaz'schen Spritze voll dem

1. Impfschwein 1 in die rechte Lunge gespritzt (mittelst Einstiches in einen der Zwischenrippenräume),

2. dem Huhn 8 subcutan injicirt.

Impfschwein 1 war am 23. November todt, 10 Stunden nach der Impfung.

Sectionsbefund: Fehlende Todtenstarre, keine abnormen Hautfärbungen, um die Einstichstelle frische entzündliche Auflagerungen am serösen Rippen- und Lungenüberzuge, blutiges Exsudat in der Brusthöhle und im Herzbeutel, rechte Lunge fast durchweg, die linke inselförmig grauroth hepatisirt. Milzschwellung, geringe Schwellung der braunrothen Leber; Magenschleimhaut nur auf der Höhe der Falten geröthet, Dickdarm mit breiigem Inhalt gefüllt, nicht verändert.

In dem flüssigen Exsudat der Brusthöhle, sowie in den entzündlichen Auflagerungen der Pleura unendlich viele unserer ovoiden Bacterien, weniger in den übrigen inneren Organen.

Huhn 8 war am 23. November traurig, frass nicht, fiel beim Anstossen um. In der Nacht vom 23. zum 24. November starb es.

Sectionsbefund: Starke eiterige Infiltration des Unterhautbindegewebes an der Impfstelle. Geringe Leber- und Milzschwellung.

Ausstrichpräparate der Impfstelle, des Blutes und der inneren Organe zeigen sehr zahlreich unsere ovoiden Bacterien.

Am 25. November wurde aus der Milz des Huhn 8 geimpft: Kaninchen 27 am Ohre. Tod am 26. November.

Sectionsbefund von den früheren nicht abweichend, nur fehlen die Leberembolien. Ausstrichpräparate der Impfstelle und inneren Organe weisen unendlich zahlreich ovoide Bacterien auf.

Von dem Herzblut des Kaninchen 27 wurden am 26. November drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt, in welchen unsere früher beschriebenen Colonieen in entsprechender Anzahl am 2. December gewachsen waren. In der Originalplatte fand sich ausserdem eine Colonie weisser Sarcine, welche augenscheinlich das Wachsthum der ovoiden Bacterien in ihrer Umgebung unterdrückt hatte.

Eine vom Herzblut des Kaninchen 27 angelegte Stichcultur in Fleischpeptongelatine ging in charakteristischer Weise an.

Huhn 6 starb am 1. December.

Sectionsbefund: Starke Abmagerung, Schwellung der mit zahlreichen embolischen Herden durchsetzten Leber.

Eine aus dem Herzblut angelegte Stichcultur ging in der früher beschriebenen Weise an.

VII. Versuchsreihe.

Als Ausgangsobject diente Herzblut des Schwein VII, mit welchem Kaninchen 14 am 9. November am rechten Ohre geimpft wurde. Tod am 13. November.

Sectionsbefund: Hämorrhagisch-eitorige Infiltration der Impfstelle; Leberembolien.

Drei am 13. November aus Herzblut von Kaninchen 14 angelegte Fleischpeptongelatine-Platten entwickelten nach einigen Tagen charakteristische Colonieen.

Die Ausstrichpräparate verunglückten.

Kaninchen 18, mit einem Leberembolus des Kaninchen 14 am 13. November geimpft, starb am 23. November.

Sectionsbefund: Abgemagerter Leichnam, eiterige Infiltration der Impfstelle, Leberembolien.

Aus einem Leberembolus von Kaninchen 18 wurde am 23. November Kaninchen 22 am Ohr geimpft. Tod am 26. November.

Sectionsbefund wie früher, keine Leberembolien, an der Impfstelle ein erbsengrosser Käseherd.

In den aus den inneren Organen angefertigten Ausstrichpräparaten fanden sich zahlreich unsere ovoiden Bacterien.

Mit diesen Schweinen war nunmehr der ursprüngliche Seuchenbestand aus dem bisher lediglich erwähnten Stall Nr. 1 erschöpft.

Ausserdem waren noch 60 Stück Schweine auf dem Seuchengehöft in fünf Ställen vorhanden, die folgendermassen vertheilt waren:

In zwei in dem Hauptstallgebäude neben dem inficirten Stall Nr. 1 gelegenen Kobenställen (Stall 2 u. 3) waren, und zwar in je 6 Koben, 16 bezw. 11 Schweine untergebracht.

In einem anderen, neben dem Garten gelegenen Kobenstalle (Nr. 4) waren in drei Koben neun Stück eingestallt. Jenseits der Dorfstrasse endlich, etwa 30 Schritt vom Gehöft entfernt, waren in einem Holzschuppen und zwar in zwei gemeinschaftliche Krippen besitzenden Ställen (Nr. 5 und 6) 24 Stück eingestallt.

Es stellte sich nachträglich heraus, dass in diesen beiden Ställen (Nr. 5 und 6) die anfangs erwähnten 23 inficirten Treiberschweine eine Zeit lang gestanden hatten, ehe sie in den Stall Nr. 1 gebracht wurden, und dass, nachdem letzteres geschehen, diese Ställe von neuem mit 24 Schweinen belegt wurden, ohne dass eine Desinfection stattgefunden hätte (s. den Situationsplan auf S. 419).

Alle diese Schweine gehörten der veredelten Landrace an und standen im Alter von 2—9 Monaten; nur zwei davon waren über $1^1/_2$ Jahr alt.

Am 12. November wurde aus Stall 5 ein fünf Monate altes Schwein (Nr. XIII) geschlachtet, welches bei der Oeffnung sich als gesund erwies.

Am 23. November wurde ein zweites 5—6 Monate altes Schwein (Nr. XIV) aus Stall 4 geschlachtet, welches zu Lebzeiten auf beiden Vorderschenkeln contract war, 40·1° C. Temperatur und geringen Hustenreiz gezeigt hatte.

Sectionsbefund: Schlechte Ernährung, keine Hautverfärbungen, in der Haut der Kniekehlen beider Vorderschenkel drei, bezw. zwei Hautgeschwüre mit zackigen, harten Rändern und speckigem Grunde; das darunter liegende Bindegewebe ist verdickt, sulzig infiltrirt und von kleinen, prall gefüllten Lymphsträngen durchzogen.

Der untere Theil des Vorderlappens beider Lungen ist grauroth hepatisirt, die Bronchialdrüsen sind markig geschwellt; leichte Milzschwellung; Dickdarm gefüllt, nicht verändert.

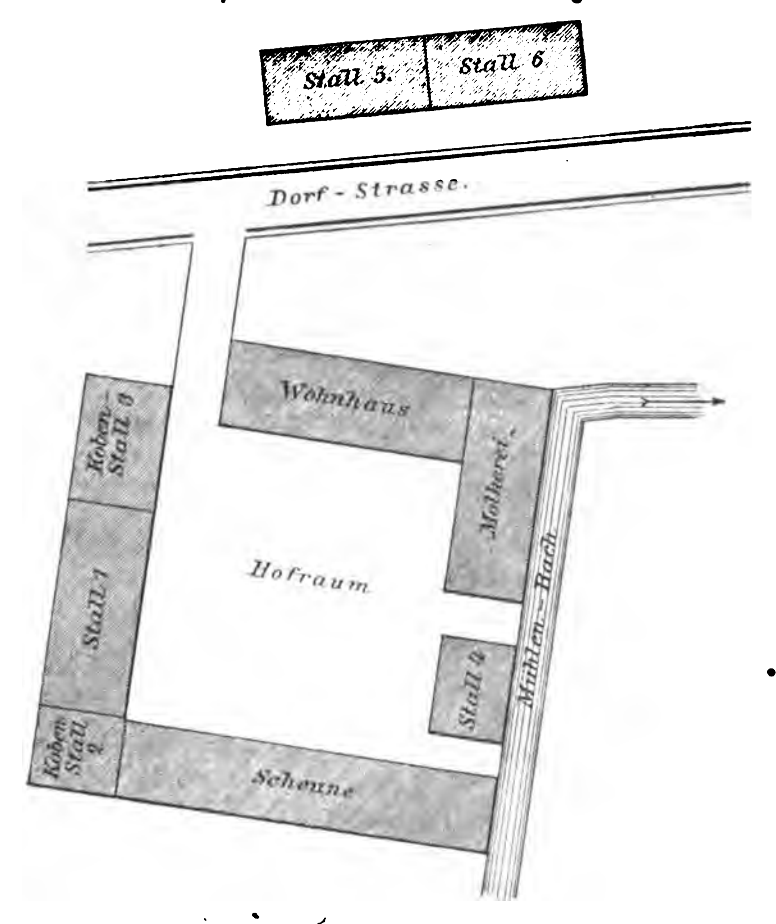
Unsere ovoiden Bacterien wurden nur in Ausstrichpräparaten des Milzsaftes und des Saftes des sulzig geschwellten Unterhautbindegewebes, nicht aber in denen nachgewiesen, welche aus dem Gewebssaft der hepatisirten Theile der Lungen und denjenigen der Bronchialdrüsen angefertigt wurden.

VIII. Versuchsreihe.

Am 23. November wurden aus dem Gewebssaft der hepatisirten Lungentheile des Schwein XIV

1. subcutan geimpft:
   a) Kaninchen 23 am Rücken,
   b) Huhn 9 unter dem Flügel;
2. drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt. Beide Thiere verblieben gesund, die Platten steril.

Situationsplan des Krzanowitzer Seuchengehöftes.



IX. Versuchsreihe.

Als Versuchsobject diente der unter den früher angegebenen Vorsichtsmassregeln der Milz des Schwein XIV entnommene Gewebssaft.

Am 24. November wurden damit

1. Kaninchen 24 auf dem Rücken,
2. Huhn 10 unter einem Flügel geimpft,
3. drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt.

Kaninchen 24 war am 7. December todt. Sectionsbefund wie früher, nur fehlten die Leberembolien.

Im Gewebssaft der Impfstelle der inneren Organe und im Herzblut sehr zahlreich und ausschliesslich unsere ovoiden Bacterien.

Aus dem Herzblut von Kaninchen 24 wurden

1. eine Gelatinestichcultur,
2. drei Gelatineplatten

angelegt, welche zu positivem Ergebnisse führten.

Huhn 10 war am 5. December todt. Sectionsbefund wie gewöhnlich, ohne Leberembolien.

Ausstrichpräparate ergaben denselben Befund wie bei Kaninchen 24, auch in dem Knochenmarke waren unsere ovoiden Bacterien vorhanden.

Mit dem Inhalte eines an der Impfstelle vorgefundenen, gefüllten Lymphstranges des Huhn 10 wurde

Kaninchen 32 am Rücken geimpft, welches am 10. December todt war.

Sectionsbefund: Bindegewebe an der Impfstelle eiterig infiltrirt, in ihrer Umgebung eiterige Lymphangitis; Flankendrüsen bohnengross, mit markiger Schnittfläche, Leber geschwellt und von zahlreichen Embolien durchsetzt. Im Herzbeutel röthliche Flüssigkeit. Geringe Milzschwellung. Darm gefüllt, nicht verändert.

In den von der Impfstelle und der Flankendrüse angefertigten Ausstrichpräparaten sehr zahlreich, in den von Leber und Milz angefertigten weniger zahlreich unsere ovoiden Bacterien.

Am 10. December wurden aus dem Herzblut des Kaninchen 32 angelegt

1. drei Gelatineplatten,
2. eine Gelatinestichcultur

mit positivem Ergebnisse.

Die vom Gewebssaft der Milz des Schwein XIV am 24. November angelegten drei Gelatineplatten waren am 3. December bis auf die Originalplatte so stark verunreinigt, dass sie zu weiteren Versuchen nicht benützt werden konnten.

In der rein erhaltenen Originalplatte dagegen fanden wir eine grosse Zahl allerdings nur mikroskopisch erkennbarer Colonieen von dem früher beschriebenen Aussehen gewachsen.

Da es wegen der grossen Anzahl und geringen Grösse der Colonieen nicht gelang, eine einzelne Colonie zu fischen, so wurde ein Theil der Gelatine im Brutkasten geschmolzen und am 3. December dem Kaninchen 29 unter die Haut der rechten Schulter gespritzt. Kaninchen 29 war am 15. December todt.

Sectionsbefund: Geringe Reaction an der Impfstelle. Mehrere embolische Herde in der Leber, trübe Schwellung der Nieren.

In den aus der Impfstelle und dem Gewebssafte der inneren Organe angefertigten Ausstrichpräparaten sehr zahlreich unsere ovoiden Bacterien.

Am 29. November wurden drei neue, aus dem inficirten Gehöft stammende Schweine (Nr. XV, XVI und XVII) in Cosel geschlachtet, von denen Nr. XV und XVI, welche über 18 Monate alt waren, sich als gesund erwiesen. Diesen folgten am 3. December ebendaher noch sieben durchweg erkrankte Schweine (Nr. XVIII bis XXIV).

Summarischer Sectionsbefund der Schweine XVII bis XXII. Keine Hautverfärbungen, kein Hautödem. Graurothe Hepatisation der unteren Theile der beiderseitigen Vorderlappen der Lungen, bei zwei Stück ausserdem frische Pleuritis. Der Darmcanal durchweg normal und mit Fäces gefüllt.

Sehr zahlreich wurden unsere ovoiden Bacterien bei all' diesen erkrankten Schweinen in dem glasigen, zähen, graugelblichen Schleim gefunden, welcher die zu den hepatisirten Lungentheilen führenden Bronchialäste erfüllte, ebenso in dem Gewebssaft der markig geschwellten Bronchialdrüsen, sehr wenig zahlreich, hin und wieder gar nicht, fanden wir sie in dem aus den hepatisirten Lungentheilen stammenden Gewebssafte.

Die Schweine XXIII und XXIV waren am hochgradigsten erkrankt, weshalb besondere Sectionsberichte darüber aufgenommen sind:

Sectionsbefund von Schwein XXIII: Allgemeinbefund wie oben negativ. Im Uebrigen graurothe insel- und felderartige Hepatisation der Vorderlappen, des rechten Hauptlappens und des äusseren Randes des linken Hauptlappens. Innerhalb der grauroth hepatisirten Felder fanden sich mehr gelbgefärbte, nicht lufthaltige Theile; hier und da an der Oberfläche frische Pleuritis. In den Bronchien an den hepatisirten Stellen glasiger, zäher, graugelber Schleim. Bronchialdrüsen markig geschwellt, sehr gross.

Ausstrichpräparate ergaben die ovoiden Bacterien in derselben Vertheilung, wie oben beschrieben.

X. Versuchsreihe.

Als Ausgangsobject dienten die Lungen bezw. die Bronchialdrüsen von Schwein XXIII.

1. Am 4. December wurde mit dem Gewebssafte einer hepatisirten Lungenstelle subcutan geimpft: Kaninchen Nr. 30. Am 10. December war dasselbe todt.

Sectionsbefund wie früher; an der Impfstelle fünf markstückgrosse und $^1/_2$ cm starke sahnartige Infiltration des Unterhautbindegewebes, embolische Herde in der Leber, Milzschwellung.

Ausstrichpräparate zeigten unsere ovoiden Bacterien in allen inneren Organen, auch in den embolischen Leberherden; an der Impfstelle besonders zahlreich.

Aus einem Leberherde wurden am 10. December drei Fleischpeptongelatine-Platten und eine Gelatine-Stichcultur angelegt, beides mit dem früher beschriebenen positiven Erfolge.

2. Aus dem Gewebssafte der Bronchialdrüsen wurden

a) Kaninchen 31 subcutan am Rücken geimpft,

b) drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt.

Kaninchen 31 war am 10. December todt. Sectionsbefund wie bei Kaninchen 30.

In den Ausstrichpräparaten der Impfstelle und aller inneren Organe sehr zahlreich und ausschliesslich unsere ovoiden Bacterien.

In der aus dem Gewebssafte der Bronchialdrüse des Schwein XXIII am 4. December angelegten Originalplatte fanden sich neben zahlreichen, rasch wachsenden, fremden Colonieen am 7. December einzelne noch sehr kleine Colonieen, die, wie Klatschpräparate zeigten, von unseren ovoiden Bacterien gebildet wurden. Da das Fischen einer einzelnen Colonie nicht gelang, so wurde, um einem Verderben der Platte zuvorzukommen, ein Stückchen Gelatine, in dem sich charakteristische Colonieen fanden, ausgehoben, bei Bruttemperatur geschmolzen und dem Kaninchen 34 am 7. December unter die Haut gespritzt.

Dasselbe war am 15. December todt. Sectionsbefund wie bei Kaninchen 30 und 31; eine Achseldrüse stark geschwellt.

Ausstrichpräparate zeigen sehr zahlreich und ausschliesslich unsere ovoiden Bacterien in der Achseldrüse, weniger zahlreich in den inneren Organen.

Sectionsbefund von Schwein XXIV: Keine Hautröthe, kein Hautödem. Darmcanal gefüllt, nicht verändert. Lungen beide ziemlich ausgedehnt, mit härteren Knoten durchsetzt, Oberfläche fleckig geröthet; Vorderlappen hepatisirt; zwischen den Lungenläppchen dieser hepatisirten Stellen die Lymphgefässe trüb-weiss. Am zweiten linken Lappen frische Pleuritis. Schnittfläche an den derberen Stellen grauroth, nicht lufthaltig, mit gelblichen peribronchitischen Herden durchsetzt. Hauptbronchien mit blutigem, die kleineren, zu den hepatisirten Stellen führenden mit glasigem, graugelbem, zähem Schleim gefüllt. Die Bronchialdrüsen bilden ein Packet von 8 cm Länge und sind markig geschwellt.

Unsere ovoiden Bacterien fanden sich am zahlreichsten in dem glasigen Bronchialschleim.

XI. Versuchsreihe.

Als Ausgangsobject dienten die Lungen und die Bronchialdrüsen von Schwein XXIV.

1. Aus dem Bronchialschleim wurden am 6. December drei Platten angelegt, welche nach einigen Tagen unsere charakteristischen Colonieen, neben zahlreichen anderen, gewachsen zeigten.

2. Mit dem Gewebssaft einer Bronchialdrüse wurde subcutan geimpft: Kaninchen 33 am 6. December.

Am 14. December tropft aus dem Impfcanal dieses Thieres sahnartiger Eiter, welcher, wie ein Ausstrichpräparat zeigt, vorwiegend neben fremden unsere ovoiden Bacterien enthält.

Mittelst dieses Eiters wurde subcutan geimpft: Kaninchen 38 am 14. December. Dasselbe starb am 25. December.

Sectionsbefund wie früher. Embolische Herde in der Leber. In allen Organen lediglich unsere ovoiden Bacterien.

Den gleichen Befund zeigte Kaninchen 33, welches am 16. December gestorben war.

3. Mittelst des Gewebssaftes eines hepatisirten Lungentheiles des Schwein XXIV wurden am 6. December:

a) ein Gläschen alkalischer Brühe,
b) drei Fleischpeptongelatine-Platten inficirt.

In der Originalplatte fanden sich am 12. December die charakteristischen Colonieen unserer ovoiden Bacterien vor.

In der alkalischen Brühe (1. sub a) war am 12. December unter Trübung derselben eine Reincultur unserer ovoiden Bacterien entstanden.

Drei Viertheile einer Pravaz'schen Spritze wurden davon dem Kaninchen 37 am 12. December von den Zwischenrippenräumen aus in die rechte Lunge gespritzt.

Kaninchen 37 war am 13. December todt.

Sectionsbefund: Leisten-, Hals- und Bugdrüsen markig geschwellt, die rechte Submaxillardrüse enthielt einen erbsengrossen Käseherd Brusthöhle mit röthlich-trübem Exsudat erfüllt. Rechte Lunge mit der Brustwand frisch verklebt, Lungen- und Rippenfell rechterseits uneben und mit frischen Gerinnseln bedeckt.

Graurothe Hepatisation der rechten Lunge. Trübe Schwellung der Nieren. Leber braunroth, mit zahlreichen embolischen Herden durchsetzt. Milz geschwellt. Pulpa weich, Trabekel kaum erkennbar.

Sämmtliche Organe enthielten lediglich unsere ovoiden Bacterien in unendlicher Zahl, besonders in dem pleuritischen Exsudate.

a) Mit dem Lebersaft des Kaninchen 37 wurde am 13. December Kaninchen 47 geimpft.

Dasselbe starb am 9. Januar 1889 und zeigte makroskopisch und mikroskopisch den charakteristischen Befund.

b) Aus dem Herzblut des Kaninchen 37 wurden am 13. December drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt.

Am 18. December zeigten alle drei Platten die Colonieen der ovoiden Bacterien gewachsen.

Ein aus der Originalplatte entnommenes, mit den Colonieen durchsetztes Gelatinestückchen wurde bei Brutwärme geschmolzen und dem Kaninchen 39 am 18. December unter die Haut gespritzt. Tod am 28. December.

Sectionsbefund nach jeder Richtung hin negativ.

Die Krankheit griff im Anfang December auch auf die übrigen Ställe über. Wir sahen nunmehr bezüglich des uns weiterhin zugehenden Materials von weiteren Impfversuchen ab.

Zunächst wurden am 8. December sechs neue, aus Stall 2 stammende Schweine (Nr. XXV bis XXX) geschlachtet, welche sämmtlich sich als krank erwiesen.

Sectionsbefund der Schweine XXV bis XXIX: Keine Hautverfärbungen, kein Hautödem, keine Veränderungen am Darmcanal; die Vorderlappen der Lungen in grösserer oder geringerer Ausdehnung grauroth hepatisirt. Die zu den hepatisirten Theilen führenden Bronchien mit zähem, graugelbem, glasigem Schleim erfüllt; Bronchialdrüsen markig geschwellt.

Ausstrichpräparate des Gewebssaftes der Lungen und des Bronchialschleimes zeigten im Ganzen wenig zahlreich ovoide Bacterien; in zwei Präparaten wurden einzelne Haufen derselben vorgefunden; jedenfalls waren sie im glasigen Bronchialschleim zahlreicher vertreten, als im Gewebssafte der Lungen.

Sectionsbefund des Schwein XXX: Keine Hautverfärbungen, kein Hautödem, keine Veränderungen am Darm. Lungen unvollständig zusammengefallen, die linke felderweise, die rechte total grauroth hepatisirt, theilweise verwachsen und mit theils frischerem, pleuritischem Belage, theils mit gallertartiger Schwarte bedeckt. Die hepatisirten Stellen zeigen auf der Schnittfläche zahlreiche, mehr graugelb gefärbte, käsige Stellen. Bronchialdrüsen markig geschwellt.

Ausstrichpräparate zeigen im Gewebssaft der hepatisirten Lungentheile und der Bronchialdrüsen, besonders aber im Bronchialschleim zahlreich unsere ovoiden Bacterien.

Der Restbestand von 17 Schweinen der Ställe 5 und 6 wurde nebst sechs anderen, aus den anderen Ställen stammenden Anfang December nun in den evacuirten und desinficirten Stall 1 gebracht und Stall 5 und 6 nach gründlicher Desinfection mit 20 neu angekauften Schweinen besetzt.

Die nunmehr in Stall 1 befindlichen 23 Schweine zeigten am 15. December starke Zunahme des Hustens. Die Anfälle traten besonders beim Oeffnen der Fenster oder der Thür ein.

Das Athmen war nicht auffällig verändert, ebenso wenig die Fresslust, dagegen erfolgte auch später keine Besserung des Futterzustandes, trotz des vorzüglichen Futters. Drei dieser Schweine zeigten eine Temperatur von 38·6 resp. 39·2 bezw. 39·9°.

Am 18. December wurden wiederum ein aus Stall 2 stammendes Schwein (Nr. XXXI), welches zu Lebzeiten keine Krankheitserscheinungen gezeigt hatte, und am 3. Januar 1889 wiederum fünf neue, aus Stall 3 und 4 stammende Schweine (Nr. XXXII bis XXXVI) geschlachtet, welche sämmtlich den gleichen Sectionsbefund darboten, wie XXV bis XXX, eines mehr, das andere weniger; in den älteren, härteren, hepatisirten Stellen der Lungen fanden sich bis erbsengrosse, gelbe, nekrotische Herde.

Nach den Ausstrichpräparaten zu urtheilen, enthielten die frischen pleuritischen Beläge zahlreiche, der glasige Bronchialschleim sehr zahlreiche, zu Haufen gelagerte, der Gewebssaft der grauroth und frisch hepatisirten Lungentheile dagegen nur wenige unserer ovoiden Bacterien.

Aus dem glasigen Bronchialschleim einer dieser Lungen wurden am 3. Januar 1889 drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt.

Nach einigen Tagen erwies sich die Originalplatte verschimmelt, in der ersten Verdünnungsplatte dagegen waren einige, mit ringförmiger Zeichnung versehene Colonieen gewachsen, welche aus Reinculturen unserer ovoiden Bacterien bestanden.

Am 11. Januar 1889 gelangten wiederum sechs aus Stall 1 stammende Schweine (Nr. XXXVII bis XLII) zur Abschlachtung.

Alle zeigten den obigen Befund; im Grossen und Ganzen waren die Lungenveränderungen hochgradiger und weiter fortgeschritten, als wir es bisher gesehen hatten. In sämmtlichen, vom glasigen Bronchialschleim und dem Gewebssaft, sowie von den käsigen Stellen der Lungen angefertigten Ausstrichpräparaten fanden wir unsere ovoiden Bacterien, am zahlreichsten immer in dem zähen, graugelben Bronchialschleim. In dem Darmcanale fand sich nichts Abnormes.

Besonders hochgradig waren Schwein XXXVII und XXXVIII erkrankt.

Die Lunge des ersteren, welches zu Lebzeiten 39·9° Temperatur gehabt, wurde alsbald an das pathologische Institut der Thierärztlichen Hochschule zu Berlin geschickt. Herr Professor Schütz theilte uns in liebenswürdiger Weise die Ergebnisse seiner Untersuchungen, durch welche er Schweineseuche feststellte, mit.

Sectionsbefund des Schwein XXXVIII: Keine Hautröthe, kein Hautödem, keine Veränderungen im Dickdarm.

Alte diffuse und frische Pleuritis, frische Pericarditis. Lungen sehr gross, namentlich die rechte. Feste, dunkelbraunrothe Hepatisation, besonders der Vorderlappen, inselförmige graurothe Hepatisation der Hinterlappen. Mittlerer rechter Lappen hart, Schnittfläche höckerig, grauroth mit einem Stich in's Gelbliche, ähnlich der eines Markschwammes. In das hepatisirte Gewebe kleine, käsige, gelb gefärbte Herde eingesprengt. Luftröhrenschleimhaut geschwellt; die kleineren und mittleren, innerhalb der erkrankten Stellen liegenden Luftröhrenäste durch graugelben, zähen, glasigen Schleim verstopft, der bei Druck auf die Schnittfläche in Pfropfen hervortritt und beim Nachlassen des Druckes sich in die Luftröhrenäste wieder zurückzieht. Bronchialdrüsen sehr gross mit markiger, stellenweise käsig durchsetzter Schnittfläche.

Alte und frische Perihepatitis, keine Schwellung der auf dem Durchschnitt trockenen Milz. Mesenterialdrüsen leicht geschwellt, ihr Durchschnitt feucht, blassgrau.

Ausstrichpräparate zeigten unendlich zahlreiche Exemplare unserer ovoiden Bacterien, meist haufenweise liegend, in dem glasigen Bronchialschleim, zahlreich in den Mesenterialdrüsen und den frischen Entzündungsproducten der serösen Häute, besonders des Leberüberzuges, wenige dagegen in dem entzündeten Lungengewebe und in den käsigen Herden, sowie in der Leber. In den von dem Gewebssaft der Milz und der Bronchialdrüsen angefertigten Ausstrichpräparaten konnten wir dagegen keine Bacterien nachweisen.

XII. Versuch.

Aus dem glasigen Bronchialschleim des Schwein XXXVIII wurden am 11. Januar

1. drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt, in welchen wir am 17. Januar unter anderen zahlreiche Colonieen unserer ovoiden Bacterien nachweisen konnten;

2. drei Reagensgläschen mit alkalischer Brühe inficirt. Bis auf eines trübte sich der Inhalt in den Gläschen während der nächsten Tage bei Zimmertemperatur, und am 19. Januar fanden wir in den von der getrübten Brühe angefertigten Ausstrichpräparaten neben anderen sehr zahlreich unsere ovoiden Bacterien vertreten.

Am 14. Januar d. J. gelangten vier neue, aus Stall 1 stammende Schweine (Nr. XLIII bis XLVI) zur Abschlachtung, die bei Lebzeiten viel gehustet hatten, in ihrem Ernährungszustande heruntergekommen waren und Temperaturen von 39·5 bis 40·6 gezeigt hatten.

Mit Ausnahme des Schweines XLIII, welches intensivere und ausgedehntere Erkrankungen seiner Lungen zeigte, erwiesen sich bei allen diesen Thieren nur die Vorderlappen und auch diese nur streifenförmig grauroth hepatisirt. Milzschwellung, Hautverfärbung, Hautödem oder Veränderungen im Darmcanal waren bei keinem der Schweine vorhanden.

Ausstrichpräparate des glasigen Bronchialschleimes wiesen zahlreiche, theils kettenförmig, theils flechtwerkartig angeordnete, oft in Häufchen gelagerte, aber auch vereinzelte Exemplare unserer ovoiden Bacterien. Ausstrichpräparate des Gewebssaftes der hepatisirten Lungentheile keine, oder nur vereinzelte Exemplare derselben auf.

XIII. Versuch.

Drei aus dem glasigen Bronchialschleim der Lunge des Schwein XLI am 14. Januar angelegte Fleischpeptongelatine-Platten wiesen nach einigen Tagen die Colonieen unserer ovoiden Bacterien in entsprechender Anzahl auf.

Die gleiche geringgradige Erkrankung zeigten zwei von uns, nachdem sie in dem inficirten Gehöft erkrankt und zu wissenschaftlichen Zwecken seitens des Besitzers uns überwiesen waren, in besonderem Verwahrsam zu Cosel gehaltene Schweine Nr. XLVII und XLVIII, welche am 21. Januar resp. 11. Februar geschlachtet wurden.

Ausserdem war zu gleicher Zeit ein drittes Schwein Nr. IL von uns, nachdem es bereits erkrankt war, nach Cosel übergeführt worden.

Schwein IL wurde am 20. Februar 1889 geschlachtet, nachdem es bei Lebzeiten 14 Tage vorher 40·8^0 Temperatur und in der ganzen Zeit Husten und Athembeschwerden gezeigt hatte.

Sectionsbefund: Ungefähr vier Monate alter Borg. Starke Abmagerung, keine Hautverfärbungen, kein Hautödem. Lungen unvollständig zusammengefallen, an der Oberfläche beiderseits stellenweise mit frischem pleuritischem Belage bedeckt. Beide Vorder- und Mittellappen, sowie der vordere Theil der Hinterlappen derb, nicht lufthaltig; in dem hinteren Theil beider Hinterlappen bis haselnussgrosse, derbe Knoten. Schnittfläche der Lungen an den hepatisirten Stellen im Allgemeinen höckerig, gelbroth mit dazwischen liegenden grauroth hepatisirten Inseln, deren Schnittfläche glatt erscheint. Innerhalb der gelbrothen Stellen einzelne gelbe, z. Th. verkalkte Herde. In der Luftröhre und den grossen Bronchialästen feinblasiger, rother Schaum, in den feinsten Bronchien nur hier und da glasiger, graugelber, sehr zäher Schleim. Bronchialdrüsen markig geschwellt, von käsigen Herden durch-

setzt und mit der Umgebung verwachsen. Am Herzbeutel und Herzen nichts Abnormes. Milz wenig geschwellt. Leber und Nieren normal. Darmschlingen unter einander und mit der Bauchwand durch alte feste Stränge verwachsen. Magen-, Dünn- und Dickdarm-Schleimhaut auch an der Ileocoecal-Klappe nicht verändert, ebenso wenig die Mesenterialdrüsen. Im ganzen Darmcanal normaler Futterbrei. Blasenschleimhaut normal. Bauchfell überall glatt, doch verdickt und grauweiss. Zwischen Damm und Castrationsstelle eine taubeneigrosse mit Käseherden durchsetzte Lymphdrüse. An der Castrationsstelle zwei, von fibröser Kapsel umgebene, wallnussgrosse, kugelige Cysten, erfüllt mit käsig-eiterigem grüngelben Inhalt. Am unteren Theil der Vorderwand der Blase, dieser extraperitoneal zu beiden Seiten der Mittellinie aufsitzend, rechts zwei, links eine Cyste von derselben Gestalt und demselben Inhalt wie oben beschrieben. Eine weitere Anzahl von sieben solchen Cysten findet sich genau in der Mittellinie, der vorderen Bauchwand subperitoneal aufsitzend, bis zum Nabel herauf rosenkranzartig aneinander gereiht, unter einander und mit einzelnen Darmschlingen durch feste fibröse Stränge verwachsen. Eine weitere solche Cyste sitzt endlich ebenfalls subperitoneal an der seitlichen Bauchwand, dem linken Rippenbogen entsprechend, 3 ^{cm} nach aussen von der nächsten der vorher beschriebenen Cysten.

Inguinal-Drüsen geschwellt, auf dem Durchschnitt von Käseherden durchsetzt.

In den Ausstrichpräparaten fanden sich unsere ovoiden Bacterien in folgender Vertheilung:

a) in den käsigen Massen der Cysten anscheinend als Reincultur,
b) im Bronchialschleim zahlreich,
c) in den verkästen Lungentheilen ziemlich zahlreich,
d) in den verkästen Theilen der Bronchialdrüsen spärlich,
e) in der Milz ganz vereinzelt,
f) in den grauroth hepatisirten Lungenpartieen wurden sie nicht vorgefunden.

XIV. Versuchsreihe.

Von Schwein II. wurden am 20. Februar 1889

a) aus dem Bronchialschleim:

1. drei Fleischpeptongelatine - Platten angelegt, in welchen am 24. Februar charakteristische Colonieen zu bemerken waren.

Aus dieser Platte wurden mehrere Colonieen gefischt und mit je einer derselben drei Gelatine- und zwei Agarstichculturen angelegt, welche nach einigen Tagen charakteristisches Wachsthum zeigten.

2. Eine Brühecultur inficirt, welche am 24. Februar bei Zimmertemperatur getrübt war und die ovoiden Bacterien in Reincultur enthielt.

Da der Besitzer den Stall 1 mit 14 Kälbern besetzt hatte und unter diesen nach seiner verspäteten Mittheilung einige angeblich an Aufblähung gestorben waren, suchten wir festzustellen, ob die Krankheit auf Kälber

übertragbar sei, und impften am 26. Februar 1889 mit der obigen Brühecultur (s. unter 2), deren pathogene Wirksamkeit durch den Tod eines damit geimpften Kaninchens 67 erprobt worden war, Impfkalb 1 und 2, ersteres subcutan mit einer ganzen, Nr. 2 in die rechte Lunge vom Intercostalraum aus mit einer halben Spritze voll.

Beide Kälber waren vier Wochen alt, vorher frei von Krankheitserscheinungen, zeigten eine Mastdarmtemperatur von 39·7° und wurden in Stall 3 untergebracht.

Impfkalb 1 war sechs Stunden nach der Impfung todt.

Sectionsbefund: Der ganze Cadaver durch Hautemphysem paukenartig aufgetrieben. Unterhautbindegewebe des ganzen Leibes stark ödematös geschwellt, besonders in der Umgebung der Impfstelle, wo zahlreiche kleine Hämorrhagien gefunden wurden. Die der Impfstelle nächstliegenden Lymphdrüsen geschwellt, mit hämorrhagischen Herden durchsetzt. Brusteingeweide normal, Baucheingeweide stark von Gas aufgetrieben, Milz mässig geschwellt, Pulpa schmutzig grauroth, schmierig, Leber geschwellt, an der Oberfläche bis ein Zoll tief milchcaffeefarbig, Consistenz schlaff, Gewebe brüchig; auf dem graurothen Durchschnitt die Zeichnung nicht erkennbar. Nieren trüb geschwellt. Schleimhaut und Drüsen des Darmcanales nicht verändert, bis auf einzelne stärker geröthete Stellen der Dünndarmschleimhaut.

In den Ausstrichpräparaten fanden sich ausschliesslich unsere ovoiden Bacterien in folgender Vertheilung:

1. an der Impfstelle und in der Leber ausserordentlich zahlreich,
2. im Blut in einzelnen Häufchen,
3. in der Milz nicht auffindbar.

Aus Leber, Blut und Milz wurden je zwei Fleischpeptongelatine-Platten am 27. Februar angelegt, in welchen sämmtlich die Colonieen unserer ovoiden Bacterien wuchsen, nur die Milzplatten blieben steril. Die Verimpfung einer aus einer dieser Colonieen stammenden Brühecultur auf das Kaninchen 68 hatte positiven Erfolg, indem das Kaninchen nach kurzer Zeit starb und einen charakteristischen Befund aufwies.

Impfkalb 2 zeigte nach dem Berichte des Eigenthümers durch mehrere Tage schlechte Fresslust und Fieber. Am 3. März fanden wir keine Krankheitserscheinungen an ihm mit Ausnahme von geringgradigem Fieber.

Ferner wurden von Schwein IL am 20. Februar angelegt:

b) aus Herzblut und Gewebssaft der Milz je zwei Platten und je ein Gelatinestich, die aber alle steril blieben,
c) aus dem Cystenkäse drei Fleischgelatine-Platten.

In diesen Platten wuchsen lediglich Colonieen einer in Ausstrichpräparaten unseren ovoiden Bacterien sehr ähnlichen, nur etwas plumperen

Bacterienart, die indess ein durchaus von dem der unserigen abweichendes Wachsthum, sowohl in der Platte, wie im Stich zeigten; auch fehlte die Ringbildung an den Colonieen.

Impfversuche mit dieser Bacterienart hatten ein negatives Resultat.

Am 30. Januar wurden zu Krzanowitz wiederum drei neue Schweine (Nr. L bis LII) geschlachtet. Nr. L und LI zeigten (bei Abwesenheit sonstiger Veränderungen an der Haut, dem Unterhautzellgewebe und Darmcanal) nur theilweise graurothe Hepatisation der Vorderlappen, Nr. LII ausserdem frische Pleuritis und gelbe nekrotische Herde in den hepatisirten Lungentheilen. Bei allen waren die Bronchialdrüsen markig geschwellt, besonders bei Schwein LII.

Die mikroskopische Untersuchung der Ausstrichpräparate zeigte durchweg auffallend wenige unserer ovoiden Bacterien, selbst in den pleuritischen Entzündungsproducten und im Bronchialschleim, noch weniger aber im Gewebssaft der grau hepatisirten Lungentheile und in den verkästen Stellen.

XV. Versuch.

Aus den verkästen Lungentheilen des Schwein LII wurden am 30. Januar drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt, welche wiederum nach einigen Tagen die charakteristischen Colonieen unserer ovoiden Bacterien zeigten.

Wir bemerken noch, dass wir in allen Fällen, in denen es zur Verkäsung gekommen war, die verkästen Stellen auf Tuberkelbacillen durch Färbung der Ausstrichpräparate mittelst Ziehl'scher Lösung untersuchten, in keinem aber Tuberkelbacillen nachzuweisen im Stande waren.

Die von uns beobachteten pathologischen Befunde lassen keinen Zweifel darüber, dass wir es in allen Fällen, mit Ausnahme der überhaupt gesund gebliebenen Schweine, mit ein und derselben Krankheit zu thun hatten, da sie alle in dem Vorhandensein einer zunächst katarrhalischen, später zur Verkäsung und Nekrose führenden Erkrankung der Lungen übereinstimmten.

Die Krankheit ist in den vorher durchaus gesunden Bestand durch die im August 1888 angekauften Treiberschweine offenbar eingeschleppt worden.

Diese Treiberschweine waren zunächst in den Ställen 5 und 6 untergebracht und nach längerem Aufenthalte daselbst nach Stall 1 übergeführt worden.

Stall 5 und 6 wurden hierauf mit 20 anderen Schweinen belegt.

Die ersten Krankheitsfälle zeigten sich unter diesen Treiberschweinen nach geschehener Ueberführung im Anfang September. Von ihnen ging die Krankheit zunächst auf sieben andere, dem ursprünglichen Bestande angehörige, aber ebenfalls in Stall 1 befindliche Schweine über.

Vom November ab trat die Krankheit auch in den übrigen Ställen auf.

Selbst die in den isolirt jenseits der Dorfstrasse gelegenen Ställen 5 und 6, nach Evacuirung der Treiberschweine untergebrachten 20 Thiere, welche mit den Treiberschweinen gar nicht in directe Berührung gekommen waren, blieben im November nicht verschont.

Auch eine mit gründlicher Desinfection verbundene abermalige Evacuirung der Ställe 5 und 6 blieb ohne Erfolg, denn es zeigte sich trotz dieser Massregeln die Krankheit unter den im December abermals erneuten, einem fremden, durchaus unverdächtigen Stalle entstammenden Insassen dieser Ställe 5 und 6 zum zweiten Male, und zwar im Februar 1889.

Im Ganzen erkrankten von dem 63 Stück betragenden Bestande 60 Thiere.

Von diesen wurden, abgesehen von den zwei Stück, deren Lungen nur uns übermittelt wurden, 52 von uns untersucht.

Von den drei gesund gebliebenen waren zwei über $1^1/_2$ Jahr, von den erkrankten keines über 1 Jahr alt.

Sämmtliche Schweine gehörten der veredelten Landrace an.

In allen Fällen war der Verlauf ein sehr chronischer und konnten wir nie den von Heuschel in Puttlitz und den von Grafunder in Landsberg geschilderten acuten Verlauf beobachten.

Die während des Lebens beobachteten Krankheitserscheinungen bestanden in Husten, der sich besonders bei Zutritt frischer Luft in den Stall steigerte, Athembeschwerden, später in Störung der Fresslust, verbunden mit Abmagerung. Die Körpertemperatur schwankte zwischen 39 bis 40·6°.

Der Sectionsbefund ergab im Allgemeinen an Haut- und Unterhautzellgewebe keine Veränderungen. In den meisten Fällen, welche, da die Abschlachtung naturgemäss möglichst frühzeitig nach dem ersten Auftreten der oben geschilderten Krankheitssymptome vorgenommen wurde, die Krankheit in ihrem Anfangsstadium zeigten, beschränkten sich die krankhaften Veränderungen auf graurothe Hepatisation der unteren Theile der Vorderlappen der Lungen und markige Schwellung der Bronchialdrüsen. Bei weitergehender Erkrankung waren auch die Mittel- und Hinterlappen in Mitleidenschaft gezogen, letztere indess meist nur an

kleinen, isolirten Stellen. Immer bildete der Bronchus den Mittelpunkt der hepatisirten Stellen. Da, wo die Krankheit in- und extensiv weiter fortgeschritten war, erschien das hepatisirte Gewebe auf dem Durchschnitt trockener und von mehr gelbrother Farbe, die Schnittfläche höckerig. In noch späteren Stadien gesellte sich theilweise Verkäsung der hepatisirten Stellen und der Bronchialdrüsen dazu. Nie waren indess in den käsig veränderten Theilen Tuberkelbacillen nachzuweisen. Betheiligung des pleuralen Ueberzuges der Lungen wurde nur in den hochgradigeren, Betheiligung des Pericards nur in mehreren sehr hochgradigen Fällen beobachtet. Peritonitis, und zwar frische, wurde nur einmal gefunden. An den übrigen Organen, besonders in der Haut, am Unterhautzellgewebe, Leber, Nieren, Blase und dem Magendarmcanal wurden keine Veränderungen wahrgenommen. Ebenso war die Milz nur selten und auch dann nur geringgradig geschwellt.

Ein Schwein (Nr. IL) zeigte neben den Resten überstandener Bauchfellentzündung eine Anzahl subperitoneal an der Blase und der vorderen Bauchwand gelegener, mit käsigem Eiter gefüllter Cysten, neben ebensolchen an der Castrationsstelle; ein anderes (Nr. VI) harte, wulstige Hautgeschwüre am rechten Hinterschenkel mit Schwellung und Verkäsung der Leistendrüsen und einem jauchigen Hautabscess an der inneren Schenkelfläche; ein drittes (Nr. XIV) ähnliche Hautgeschwüre an den Vorderschenkeln. Aber auch bei diesen drei Schweinen waren die Lungen in der beschriebenen Weise erkrankt.

Diese Thatsachen erweisen, dass wir es mit einer äusserst ansteckenden, chronisch verlaufenden Lungenentzündung der Schweine zu thun hatten, die auch ohne directe Berührung eines kranken mit einem gesunden Thier auf letzteres übertragen werden kann, und deren Erreger in fast allen Fällen seinen Eingang in den Körper auf dem Wege der Respirationsorgane gefunden haben musste, von deren Erreger es ferner wahrscheinlich war, dass er ausserdem in zwei Fällen auch von der verletzten Oberhaut aus in den Körper eingedrungen war. In allen Fällen gingen die krankhaften Veränderungen nicht erheblich über die Invasionsstelle hinaus. Die Krankheit bewahrte fast immer den localen Charakter, namentlich fehlten durchweg irgend welche erhebliche Veränderungen an der Milz und dem Darm, wie sie den septicämischen Krankheiten eigenthümlich sind.

Bis vor wenigen Jahren noch herrschte auf diesem Gebiete viel Unklarheit.

Den Arbeiten von Löffler[1] und besonders von Schütz[2 3 4], ferner von Lydtin und Schottelius[5] und Salmon[6 7] verdanken wir die Kenntniss dreier Seuchen der Schweine und zwar:

1. des Schweinerothlaufs,
2. der Schweineseuche,
3. der Schweinepest.

Die Unterschiedsmerkmale dieser drei Krankheiten hat Schütz[8] folgendermassen gekennzeichnet:

„1. Rothlauf (Stäbchenrothlauf) ist eine Krankheit, bei der nur allgemeine Infectionserscheinungen, wie beim Milzbrand, bei der Septicämie u. s. w. wahrgenommen werden.

Die wichtigsten anatomischen Merkmale sind:

Milztumor, blutige Magendarmentzündung, blutige Nierenentzündung, parenchymatöse Entzündung der Leber, des Herzens, der Muskeln, Röthung der Haut und geringe Ansammlung von Flüssigkeit in den Körperhöhlen.

2. Schweineseuche ist eine Lungenbrustfellentzündung, die mit Absterben von Lungentheilen und leichten Infectionserscheinungen verbunden ist: keine oder geringe Schwellung der Milz, leichte Trübung der grossen Parenchyme und Magendarmkatarrh. Nimmt die Krankheit einen chronischen Verlauf, so entstehen käsige Zustände der Lungen, die sich nach Art der Tuberculose ausbreiten und ähnliche Zustände in den Lymphdrüsen, Gelenken u. s. w. hervorrufen können.

Käsige Veränderungen an der Schleimhaut des Magens und Darms sind bis jetzt nicht beobachtet worden.

---

[1] Experimentelle Untersuchungen über den Schweinerothlauf. *Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* Beihefte z. d. Veröffentlichungen d. Kais. Gesundheitsamtes. Berlin 1885. Bd. I. Hft. 1 u. 2. S. 46.

[2] Ueber den Rothlauf der Schweine und die Impfung mit demselben. *Ebenda.* Berlin 1885. Bd. I. Hft. 1 u. 2. S. 56. — *Archiv für wissenschaftl. und praktische Thierheilkunde.* 1885. Bd. XI.

[3] Ueber die Schweineseuche. *Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte.* 1886. Bd. I. S. 376. — *Archiv für wissenschaftl. u. prakt. Thierheilkunde.* 1886. Bd. XII.

[4] Schütz, *Die Schweinepest in Dänemark.*

[5] *Der Rothlauf der Schweine, seine Entstehung und Verhütung* (Schutzimpfung nach Pasteur). Nach amtlichen Ermittelungen im Grossherzogthum Baden im Auftrag des Grossherzogl. Ministeriums der inneren Angelegenheiten. Wiesbaden 1885. Bergmann.

[6] On swine plague. *Second annual report of the bureau of animal industry for the year 1885.* Washington 1886.

[7] Investigations of swine disease (Hog Cholera and infections pneumonia in swine [swine plague]). *Report of the Commissioner of Agriculture for the year 1886.* Washington 1887. p. 603.

[8] A. a. O.

3. Schweinepest ist eine Krankheit des Verdauungsapparates, bei der vornehmlich der Dickdarm erkrankt ist.

Letzterer ist in der Regel der Sitz einer tiefen Diphtherie. Gleichzeitig leiden die nachbarlichen Lymphdrüsen und sind die Erscheinungen einer leichten allgemeinen Infection nachzuweisen. Die Krankheit ist oft mit Reizungsprocessen in den Lungen vergesellschaftet."

Wenn eine dieser drei infectiösen Schweinekrankheiten vorlag, so konnte dies weder der uns von früheren, eingehenden Untersuchungen sehr wohlbekannte Schweinerothlauf sein, denn es fehlten die diesem eigenthümlichen Hautverfärbungen, ferner die ihm eigenthümliche septicämische, erhebliche Schwellung der Milz, die Veränderungen am Darm und seinen Drüsen, an Leber und Nieren, noch konnte es sich um Schweinepest handeln, da diphtheritische Veränderungen am Darm nie gefunden wurden.

Dagegen stimmte unser Krankheitsbild mit dem von Schütz[1] als der Schweineseuche angehörig geschilderten derart überein, dass wir von vornherein wenig Zweifel mehr über die Indentität beider Krankheiten hegen konnten.

Schütz[1] beschreibt ja die Schweineseuche als eine infectiöse, nekrotisirende Pneumonie.

Jeden Zweifels darüber enthoben uns die Ergebnisse unserer auf die Isolirung des Infectionsträgers gerichteten Versuche und die mit demselben angestellten Infectionsversuche.

Vermittelst directer subcutaner Verimpfung von Material, welches aus den Organen der erkrankten Schweine stammte, gelang es uns bis auf zwei Fälle, durchweg bei Kaninchen beziehungsweise Hühnern eine für die Impflinge tödtliche Krankheit zu erzeugen.

Benutzt wurden dazu:

die krankhaften Lungen	8 mal,
Bronchialschleim	3 mal,
die Bronchialdrüsen	2 mal,
das Herzblut	1 mal,
die Milz	2 mal,
die Leistendrüsen	1 mal.

Diese Impfkrankheit verlief insofern unter einem von dem an den Schweinen beobachteten Krankheitsverlaufe abweichenden Bilde, als sie unter den Erscheinungen einer meist acuten Septicämie zum Tode führte.

Gewöhnlich wurden die Thiere einige Stunden nach der Impfung traurig, athmeten schwer unter schnell steigender Temperatur und Schwellung der Impfstelle; später folgten (bei Kaninchen) deutliche Kreuz-

[1] A. a. O.

schwäche, hin und wieder Durchfälle. Unter zunehmender Somnolenz trat der Tod ein in einem Falle schon nach 24 Stunden, in anderen am 2. bis 13. Tage.

Der makroskopische Leichenbefund bestand in mehr oder weniger ausgedehnter eiteriger Infiltration des subcutanen Bindegewebes der Impfstelle, verbunden mit eiteriger Lymphangitis daselbst.

Die Schnittfläche der nur in zwei Fällen hepatisirten, in den übrigen durchaus lufthaltigen Lungen war hin und wieder rothfleckig; Milz und Leber waren meist, allerdings nicht hochgradig trübe geschwellt, letztere enthielt in zahlreichen Fällen embolische Herde.

Die mikroskopische Untersuchung des der Impfstelle entnommenen Eiters wies immer einen sehr reichen, die Untersuchung des Blutes und des Gewebssaftes der inneren Organe einen mit der Krankheitsdauer im Allgemeinen im umgekehrten Verhältniss stehenden Gehalt an einer von den Rothlaufstäbchen in Form und Wachsthum durchaus verschiedenen Bacterienart auf, deren constantes und ausschliessliches Vorhandensein darauf hindeutete, dass diese Bacterien mit der Entstehung der Impfkrankheit in ursächlichem Zusammenhange standen, um so mehr, als es gelang, durch weitere Verimpfung der Organtheile der an der Krankheit gestorbenen Thiere fast durchweg und immer wieder dieselben Krankheitserscheinungen und denselben makroskopischen, wie mikroskopischen Befund hervorzurufen.

An Impfkalb 1 fiel die durch Züchtung und mikroskopische Untersuchung festgestellte absolute Abwesenheit dieser Bacterien in der augenscheinlich frisch geschwellten Milz gegenüber dem Reichthum an denselben im Blute und namentlich in der Leber auf.

Der endgültige Beweis dafür, dass wir in dieser Bacterie den Erreger dieser für Kaninchen, Hühner und Kälber tödtlichen Impfkrankheit vor uns hatten, wurde dadurch erbracht, dass es uns gelang, nachdem wir mittelst des Plattenverfahrens uns in den Besitz von Reinculturen dieser in den Organen der gestorbenen Impfthiere vorhandenen Bacterienart gesetzt hatten, durch Verimpfung dieser ausserhalb des Körpers fortgezüchteten Reinculturen die gleiche Krankheit bei Kaninchen und Hühnern zu erzeugen.

Die Bacterien präsentirten sich in den aus den Organen der gestorbenen Thiere angefertigten, theils mit Gentianaviolett, theils mit Fuchsin gefärbten Ausstrichpräparaten als kleine, verhältnissmässig breite, mit abgerundeten Enden versehene Stäbchen von schwankender Länge.

Die kürzesten, besonders bei acutem Verlaufe beobachteten, näherten sich der Kokkenform, die längeren zeigten häufig, jedoch durchaus nicht immer ein an Ausdehnung schwankendes ungefärbtes Mittelstück, so dass

das ganze Gebilde beim ersten Anblick wie ein Doppelcoccus, oder wie zwei neben einander liegende Kokken aussah; bei Anwendung stärkster Systeme konnte man aber an diesen Gebilden immer zwei, wenn auch schwach gefärbte, die beiden anscheinenden Kokken mit einander verbindende Leisten erkennen.

Schnittpräparate zeigten oft haufenweises Zusammenliegen dieser Bacterien.

Im hängenden Tropfen erwiesen sie sich als unbeweglich.

Die Aufnahme der genannten Farbstoffe erfolgte nicht ganz leicht. Es bedurfte immerhin einer mindestens fünf Minuten langen, bei Schnitten noch längeren Färbung in heisser Farbestofflösung, um die Präparate deutlich zu machen. Die Färbung nach Gram führte zu negativem Ergebnisse.

In den bei Zimmertemperatur gehaltenen Fleischpeptongelatine-Platten waren ihre Colonieen gewöhnlich am Anfang des dritten Tages soweit entwickelt, dass die Originalplatte staubförmige Trübung und unter dem Mikroskop runde, später hin und wieder gebuchtete, winzig kleine, gelbliche, feingranulirte Colonieen aufwies.

Auch in der zweiten und dritten Verdünnungsplatte ging ihre Grösse selbst nach Tagen nie über höchstens $^1/_2$ mm Durchmesser hinaus. Hier besonders, wo die einzelnen Colonieen weiter von einander entfernt waren, erhielten sie am 4. bis 5. Tage unter Zunahme der gelben Färbung eine eigenthümliche Zeichnung in Form von concentrischen Ringen, wie wir sie bisher nur an den Colonieen eines zufällig in unsere Platten gerathenen, sehr schlanken und kleinen, nicht pathogenen Bacillus beobachtet haben. Bei Lampenlicht zeigte die getrübte Originalplatte deutliches Irisiren.

Immer war im Gegensatz zu der eben erwähnten schlanken Stäbchenart das Wachsthum der an der Oberfläche gelegenen Colonieen ein kümmerlicheres, als der in der Tiefe gelegenen.

In alkalischer Bouillon verursachten sie bei Bruttemperatur schon nach 24 Stunden deutliche Trübung.

Die in Fleischpeptongelatine und -Agar angelegten Stichculturen wiesen bei Zimmertemperatur, bezw. bei Brutwärme am 3. Tage resp. nach 24 Stunden eine feingranulirte, weissliche Färbung zunächst des unteren, später auch des oberen Theiles des Stichcanales auf.

Nach einigen Tagen wurde diese Trübung gleichmässiger, und bildete sich um die Einstichstelle ein grauer, durchscheinender, trockener, auf Agar mehr weissgrau gefärbter Wall, der jedoch immer eng begrenzt blieb.

Eine Verflüssigung der Gelatine wurde nie beobachtet. Aeltere Gelatine- bezw. Agarculturen wiesen in Ausstrichpräparaten neben den oben beschriebenen Formen, unter denen die mit Hohlraum versehenen vor-

wiegend waren, noch solide, zum Theil geschwungene Fäden von der Breite der übrigen Bacterien auf.

Aus dieser Schilderung geht auf das Deutlichste die Identität unserer Bacterie mit der als Erreger der Schweineseuche von Löffler und Schütz beschriebenen hervor.

Nachdem wir einmal mit den morphologischen und tinctoriellen Eigenschaften der fraglichen Bacterien vertraut geworden waren, wurde uns der directe Nachweis derselben in den Organen der erkrankten Schweine, der uns Anfangs nicht recht gelingen wollte, nicht mehr schwer. Wir fanden diese Bacterien nunmehr sowohl in den Ausstrich- wie in den Schnittpräparaten wieder, welche wir von den Organen der erkrankten Schweine anlegten; auch gelang es, nachdem wir die im Anfang zum Theil angewandte, unvollkommen neutralisirte Fleischpeptongelatine mit alkalischer vertauscht hatten, aus dem Gewebssaft der erkrankten Lungen der betreffenden Schweine, besonders aber aus dem Bronchialschleime derselben dieselbe Bacterienart herauszuzüchten, welche bei weiterer Verimpfung auf Kaninchen und Hühner dieselben pathogenen Eigenschaften zeigten. Nur in wenigen Fällen waren auf bisher nicht erklärte Weise ihre pathogenen Eigenschaften verloren gegangen.

Während die Vertheilung der Bacterien in den Organen und dem Blute der geimpften Kaninchen und Hühner eine im Grossen und Ganzen gleichmässige war, ergaben diese letzten Untersuchungen, dass sie in jedem einzelnen Falle bei den Schweinen am zahlreichsten in dem glasigen, zähen Bronchialschleim vorhanden waren, welcher die zu den erkrankten Lungenpartieen führenden Bronchien erfüllte.

Weniger zahlreich fanden wir sie fast durchweg in den verkästen Lungentheilen und den verkästen Bronchialdrüsen, sehr spärlich oder gar nicht in den grauroth hepatisirten Lungentheilen sowie in der Milz und Leber.

Sehr zahlreich wurden sie ferner in der geschwellten Leistendrüse des Schwein VI vorgefunden.

Wenn nun noch nachgewiesen werden konnte, dass der von uns in den Organen der erkrankten Schweine in der obigen Vertheilung vorgefundene Organismus nicht bloss auf Kaninchen und Hühner, sondern auch auf Schweine, und zwar in der von uns an den Krzanowitzer Schweinen beobachteten Weise pathogen wirkte, so war damit festgestellt, dass wir in ihm in der That den Erreger der betreffenden Schweinekrankheit vor uns hatten, ja wir konnten in Anbetracht der in den Organen der Krzanowitzer Schweine beobachteten eigenthümlichen Vertheilung der fraglichen Bacterien nicht mehr darüber im Zweifel sein, dass eine Aufnahme des

Krankheitserregers in allen Fällen auf dem Wege der Respirationsorgane stattgefunden hatte.

In der That gelang uns dieser Nachweis, wie die VI. Versuchsreihe zeigt, vollkommen durch Injection einer von einer Plattencultur stammenden Bouilloncultur in die Lungen des Impfschwein 1 von der Brustwand aus. Dass der Verlauf der Impfkrankheit ein bedeutend rapiderer als, bei natürlicher Infection war, dürfte sich zur Genüge aus der Verwendung einer grösseren Menge des infectiösen Materials, sowie aus der Begünstigung des Eintrittes einer Allgemeininfection durch den bei der Impfung gesetzten blutigen Eingriff erklären. Beweisend war jedenfalls das Vorhandensein einer graurothen Hepatisation der Lungen, welche sich in nichts, auch in dem bacteriologischen Befunde nicht, von der in den Anfangsstadien der Krankheit an den Krzanowitzer Schweinen beobachteten unterschied.

Besonderer Berücksichtigung bedürfen noch die Schweine VI, XIV und IL insofern, als bei ihnen neben den gewöhnlichen Veränderungen in den Lungen noch an anderen Körperstellen krankhafte Veränderungen vorhanden waren; und zwar bei Schwein VI Hautgeschwüre und ein subcutaner Abscess mit Schwellung der nächstgelegenen Lymphdrüsen, bei Schwein XIV Hautgeschwüre, bei Schwein IL eine fortlaufende Reihe käsiger Cysten, von der Castrationsstelle beginnend, dem Verlaufe der Samenstränge und später dem des Urachus subperitoneal folgend, bis zum Nabel in die Höhe reichend. Nur bezüglich des Schwein VI wurde der Nachweis erbracht, dass diese ausserhalb des Brustraumes gelegenen Veränderungen ebenfalls als eine Folge der pathogenen Wirkung unserer Bacterie zu betrachten waren, insofern, als wir in der den Hautgeschwüren nächstgelegenen, geschwellten Leistendrüse das Vorhandensein unserer Bacterien mikroskopisch und auf dem Wege der Züchtung darthaten. Die am Schwein IL vorgefundenen Käsecysten können dagegen mit der in Rede stehenden Krankheit nicht ohne Weiteres in ursächlichen Zusammenhang gebracht werden, da die aus dem Cystenkäse einzig heraus gezüchtete Bacterienart sich von unseren ovoiden Bacterien durch ihr Wachsthum und den Mangel an entsprechenden pathogenen Eigenschaften scharf unterschied.

Die Deutung des complicirten Befundes bei Schwein VI lässt bezüglich seiner Entstehung drei Möglichkeiten zu; entweder sind die krankhaften Veränderungen in den Lungen die Folge einer Hautinfection, oder die Hautgeschwüre die Folge einer von den Respirationsorganen aus stattgehabten Infection, oder es hat endlich eine Doppelinfection stattgefunden, nämlich nicht nur von den Respirationsorganen, sondern auch von der verletzten Haut aus.

Die Möglichkeit der Uebertragung der Schweineseuche auf subcutanem Wege wurde durch unsere Versuche allerdings nur in Bezug auf Hühner, Kaninchen und, wie wir hervorheben, auch in Bezug auf Kälber dargethan.

Schweinen gegenüber haben wir nach dieser Richtung hin nur einen einzigen Versuch, und zwar den mit Impfschwein 2 vorgenommen. Das Ergebniss desselben war leider kein absolut befriedigendes, insofern, als das Thier nicht zu Grunde ging, und es uns, nachdem es abgeschlachtet war, nicht gelang, die ihm eingeimpfte Schweineseuchebacterie aus der Impfstelle oder seinen Organen heraus zu züchten.

Immerhin spricht der Umstand, dass das vorher gesunde Thier im Anschluss an die subcutane Impfung eine specifische Reaction an der Impfstelle, Bauchfellentzündung und später krankhafte Veränderungen der Gelenke zeigte, sehr lebhaft dafür, dass ein ursächlicher Zusammenhang zwischen der Impfung mit den Schweineseuchebacterien und den geschilderten krankhaften Veränderungen s. Z. bestanden hat, und dass wir es also hier mit einem ausgeheilten Fall subcutan übertragener Schweineseuche zu thun hatten.

Weitere Versuche über das Verhalten der Schweineseuchebacterien gegenüber verschiedenen Thiergattungen bei Anwendung verschiedener Infectionsmethoden behalten wir uns vor.

Es galt nunmehr, das Vehikel festzustellen, mittelst dessen die Infectionsträger in den Körper der erkrankten Thiere gedrungen waren.

Die Thatsache, dass die Schweineseuche in Epidemieen bisher nur in Molkereien beobachtet worden ist, veranlasste uns, auf Anregung des Königl. Departementsthierarztes Schilling, unser Augenmerk auf die in der Molkerei verfütterte Milch zu richten.

Es werden in der Krzanowitzer Molkerei täglich 2200 bis 2500 Liter Rohmilch, die von neun Dominien geliefert werden, durch Centrifugen verarbeitet, und zwar wird täglich zweimal separirt. Die Rohmilch wird in ein blechernes Sammelbassin mittelst Kübeln geschüttet, hier durch Dampf auf 20° R. erwärmt und alsdann in die Separatoren geleitet. Die Magermilch gelangt von da in Kübel und wird in einen hölzernen Bottich getragen, bei kaltem Wetter wiederum auf 20° erwärmt und möglichst frisch verfüttert, indem sie mittelst Kübeln in die Ställe befördert wird. In den gemeinschaftlichen Trog des Stall 1 gelangt diese Milch mittelst eines aussen angebrachten Eingusses.

Die Ställe sind massiv; nur der Strassenstall 5 und 6 ist in Holz gefügt. Sämmtliche Fussböden sind aus cementirten Klinkern hergestellt. Die Tröge bestehen aus Sandstein, in Stall 5 und 6 aus Holz. In den Kobenställen 2, 3 und 4 besitzt jeder Koben eine Krippe für sich.

Stall 5 und 6 besitzen dagegen ebenfalls gemeinschaftliche Futtertröge.

Das Futter besteht meist aus Magermilch; ausnahmsweise wird auch Buttermilch verfüttert.

Die Reaction der in den Trögen befindlichen Futtermilch ist Anfangs eine schwach saure.

Die Fütterung ist sehr reichlich, und es bleiben immer nach jeder Fütterung auf Stunden Rückstände in den Trögen zurück, welche bald stark sauer reagiren.

Am 18. December 1888 wurde aus der gemeinschaftlichen Krippe des inficirten Stalles Nr. 1 mehrere Stunden nach der Fütterung, nachdem in der Krippe gründlich gerührt worden war, eine Flasche rückständiger Magermilch entnommen.

In den von derselben angefertigten, durch Aether entfetteten Ausstrichpräparaten fanden wir unter anderen auch ovoide Bacterien, welche in Grösse und Form von den Löffler-Schütz'schen Schweineseuchenbacterien nicht zu unterscheiden waren. Noch zahlreicher fanden sie sich in dem Bodensatze dieser Magermilch.

XVI. Versuchsreihe.

Diese Milch wurde tüchtig aufgeschüttelt und davon den Kaninchen 40 und 41 je $^1/_4$ Pravaz'sche Spritze unter die Rückenhaut gespritzt.

Darauf liessen wir die Milch absetzen, und spritzten am 18. December einen Theil des Bodensatzes in der gleichen Weise den Kaninchen 42 und 43 unter die Rückenhaut. Kaninchen 42 und 43 waren schon am 19. December todt.

Sectionsbefund von Kaninchen 42 und 43: An der Impfstelle eiterige Lymphangitis, rechte Bugdrüse markig geschwollen, Milzschwellung mit weicher Pulpa, trübe Schwellung der Leber und Nieren; bei Kaninchen 42 zahlreiche embolische Herde in der Leber, welche bei Kaninchen 43 fehlen.

In den Ausstrichpräparaten des Gewebssaftes der inneren Organe, besonders der Leber, der Nieren, des Blutes, der Lymphdrüsen unendlich zahlreich und ausschliesslich ovoide Bacterien, die durchaus die Form der Löffler-Schütz'schen Schweineseuchenbacterien besassen.

Mit einem Stückchen Milz des Kaninchens 43 wurde am 19. December am Rücken geimpft: Kaninchen 45.

Ferner wurde $^1/_2$ Pravaz'sche Spritze mit dem Herzblut des Kaninchen 43 beschickter, sterilisirter, alkalischer Brühe am 19. December dem Kaninchen 46 direct in die Luftröhre gespritzt.

Des Weiteren wurde am selben Tage aus dem Gewebssaft der Leber des Kaninchen 43 eine Fleischpeptongelatine-Stichcultur angelegt, in welcher am 26. December eine Reincultur der Löffler-Schütz'schen Schweineseuchebacterien gewachsen war.

Endlich wurden am 19. December aus dem Herzblut des Kaninchen 43 drei Fleischpeptongelatine-Platten angelegt, welche am 26. December ebenfalls entsprechend zahlreiche Colonieen von der den erwähnten Bacterien zukommenden Form gewachsen zeigten. Ausstrichpräparate einzelner dieser Colonieen enthielten lediglich die erwähnten Bacterien mit allen den früher geschilderten Formeneigenthümlichkeiten.

Kaninchen 46 war am 20. December, Kaninchen 45 am 21. December gestorben.

Sectionsbefund von Kaninchen 46: Unterhautbindegewebe um die Einstichstelle am Halse ödematös geschwellt und von kleinen, theils hämorrhagischen, theils eiterigen Herden durchsetzt. Schleimhaut der Luftröhre geschwellt und mit hämorrhagischen Herden durchsetzt; Luftröhre blutigen Schleim enthaltend. Lungen unvollständig zusammengefallen und grauroth hepatisirt; die Leber enthält zahlreiche embolische Herde der früher beschriebenen Form; starke Milzschwellung; trübe Schwellung der Nieren.

Ausstrichpräparate des Gewebssaftes des ödematösen Bindegewebes zeigen anscheinend zwei Bacterienarten, einen grösseren klobigen Bacillus und ferner die Löffler-Schütz'schen Schweineseuchenbacterien, letztere in bedeutend überwiegender Anzahl. Den gleichen Befund, nur mit noch bedeutenderem Ueberwiegen der Schweineseuchenbacterien zeigen die aus dem Gewebssaft der Lymphdrüsen, Milz, Leber und Nieren und dem Blute angefertigten Ausstrichpräparate.

Sectionsbefund des Kaninchen 45: Unterhautbindegewebe der Impfstelle ödematös, zahlreiche embolische Herde in der Leber, geringe Milzschwellung.

In den Ausstrichpräparaten der Impfstelle, des Gewebssaftes der inneren Organe, des Herzblutes sehr zahlreich und ausschliesslich die Löffler-Schütz'schen Bacterien.

Am 20. December wurden angelegt:

1. Von dem Gewebssaft der Leber des Kaninchen 46 ein Fleischpeptonagarstich, welcher am 26. December die Schweineseuchenbacterien in charakteristischer Form gewachsen zeigte.

2. Aus dem Herzblut des Kaninchen 46 drei Fleischpeptongelatine-Platten, welche am 26. December eine entsprechende Anzahl der Schweineseuchenbacterien-Colonieen aufwiesen.

Von einer dieser Platten wurde am 26. December eine isolirte Colonie gefischt und damit ein Gläschen sterilisirter, alkalischer Bouillon inficirt,

welche am 28. December bei Brutwärme sich getrübt hatte und eine Reincultur der Schweineseuchebacterien enthielt.

Von dieser Bouillon wurde am 28. December eine Pravaz'sche Spritze voll vom Intercostalraum aus dem Impfschwein 4 in die rechte Lunge gespritzt.

Am 30. December war Impfschwein 4 traurig, athmete schwer unter röchelnden Geräuschen; Druckschmerz an der Brustwand, gespannter Gang, Durchfall.

Zur Beschleunigung des Verlaufes wurde am 30. December der Rest derselben Brühecultur dem Impfschwein 4 in die linke Lunge gespritzt.

Trotzdem war das Schwein am 2. Januar 1889 ziemlich munter. Es wurde deshalb noch ein Theil der in der Originalplatte (von Kaninchen 43 stammend) enthaltenen Gelatine in erwärmter steriler, alkalischer Bouillon geschmolzen und diese Brühe nun am 2. Januar 1889 vom Intercostalraum aus in die rechte Lunge gespritzt.

Am 15. Januar 1889 war Impfschwein 4 gestorben.

Sectionsbefund: Keine Hautverfärbungen. Bindegewebe um den Stichcanal fingerdick, ebenso wie die Musculatur daselbst, ödematös durchtränkt. Rechte Axillar-Hals- und Submaxillardrüse markig geschwellt. An den Einstichstellen rechts und links am Thorax je eine bohnengrosse, eiterige Geschwulst. An diesen Stellen sind die Lungen mit der Brustwand verwachsen. Graurothe Hepatisation beider Vorderlappen. Hinterlappen an den Einstichstellen je einen Käseherd enthaltend, der auf eine Strecke hin von grauroth hepatisirtem Lungengewebe umgeben ist. Bronchialdrüsen markig geschwellt, mit käsigen Herden durchsetzt, die zu den hepatisirten Stellen führenden Bronchien mit glasigem, zähem, trübgelblichem Schleim erfüllt. Milz nicht geschwellt, Magen-Darmcanal normal.

Ausstrichpräparate zeigten die Löffler-Schütz'schen Schweineseuchebacterien in dem ödematösen Unterhautbindegewebe und in der Geschwulst um die Einstichcanäle, sowie im glasigen Bronchialschleim sehr zahlreich, in den verkästen Partieen der Lungen etwas weniger zahlreich, in der Milz und Leber vereinzelt vorhanden. Im Blute wurden keine gefunden.

Von Impfschwein 4 wurden am 15. Januar 1889 angelegt:

1. Von einer der verkästen Partieen der Bronchialdrüsen:
   a) drei Fleischpeptongelatine-Platten, welche am 20. Januar bereits die charakteristischen Colonieen der Löffler-Schütz'schen Bacterien in entsprechender Anzahl aufwiesen;
   b) ein Gelatinestich, welcher am 18. Januar eine Reincultur der gleichen Bacterien gewachsen zeigte.
2. Vom Gewebssaft der Milz ein Gelatinestich mit dem gleichen positiven Resultate.

Von dem Herzblut des Kaninchen 42 wurden am 19. December drei Fleischpeptongelatine-Platten, von dem Gewebssaft der Leber des Kaninchen 42 ein Gelatinestich angelegt, beides mit demselben positiven Resultat, wie oben beschrieben.

Kaninchen 40 und 41 waren erst am 21. December gestorben.

Sectionsbefund: Oedematöse Durchtränkung des Unterhautbindegewebes an der Impfstelle, zahlreiche Embolien in der Leber, sonst wie bei den anderen Kaninchen.

Ausstrichpräparate der Impfstelle des Herzblutes und des Gewebssaftes der inneren Organe zeigen sehr zahlreich die Löffler-Schütz'schen Bacterien.

Am 27. December wurden, nachdem der Eigenthümer des inficirten Gehöftes zur Verfütterung einer einmaligen, grösseren Menge von Magermilch veranlasst worden war, drei Stunden nachher bei noch ziemlich gefüllter Krippe entnommen:

1. eine Flasche Futtermilch aus der Krippe des Stalles 5 und 6,
2. eine Flasche Futtermilch aus der Krippe des Stalles 1.

Ausstrichpräparate dieser zwei Milchproben erwiesen das Vorhandensein ovoider Bacterien von der Art der Löffler-Schütz'schen.

XVII. Versuchsreihe.

Am 27. December wurde von der aus Krippe Stall 1 stammenden Milch eine Quantität:

1. dem Kaninchen 51 unter die Rückenhaut,
2. dem Huhn 12 unter die Haut an der rechten Brustseite gespritzt,
3. von dem Bodensatze dieser Milch, in welchem Haufen anscheinend der Löffler-Schütz'schen Bacterien gefunden wurden, erst eine halbe Pravaz'sche Spritze dem Impfschwein 3 (sechs Wochen alter Borg) mittelst Einstichs direct in die Luftröhre und dann eine grössere Quantität in die Nase gespritzt, so dass es sich verschluckte und stark hustete.

Am 6. Januar 1889 war Impfschwein 3 sehr krank, zeigte grosse Athembeschwerden, Durchfall, Schwellung der Einstichstelle am Halse, häufigen kraftlosen Husten und Temperatur von 40·7°.

Am 7. Januar war der Tod eingetreten.

Sectionsbefund: Cutis über der Einstichstelle und an der Bauchgegend schwach geröthet, das subcutane Bindegewebe und die Musculatur in der Nähe der Einstichstelle ödematös durchtränkt, mit kleinen Eiterherden durchsetzt. Rechte Axillardrüse geschwellt, einen käsigen Herd enthaltend. Luft-

röhre mit trübgelbem, glasigem, zähem Schleim gefüllt. Beide Vorderlappen und ein Theil der beiden Hauptlappen grauroth hepatisirt mit glatter Schnittfläche; innerhalb der hepatisirten Stellen zahlreiche gelbliche, käsige Herde. Die zu den hepatisirten Lungentheilen führenden Bronchien enthalten denselben glasigen Schleim, wie die Luftröhre. Milz nicht geschwellt, Pulpa trocken, Zeichnung deutlich erkennbar, Leber braunroth, nicht vergrössert mit deutlicher Zeichnung, Nieren, Schleimhaut des Magens und Darmcanals, auch der Ileocoecalklappe normal, ebenso die Peyer'schen Plaques.

In den Ausstrichpräparaten des graugelben Bronchialschleimes, sowie in denen der das Bindegewebe an der Impfstelle durchsetzenden Eiterherde unendlich zahlreiche Löffler-Schütz'sche Bacterien. In den aus dem Gewebssaft der inneren Organe angelegten Ausstrichpräparaten konnten wir keine Bacterien nachweisen.

Es wurden von Impfschwein 3 am 7. Januar 1889 angelegt:

1. Aus dem Bronchialschleim:
   a) drei Fleischpeptongelatine-Platten, welche am 13. Januar 1889 eine entsprechende Anzahl Colonieen der Löffler-Schütz'schen Bacterien aufwiesen,
   b) drei Brüheculturen, von denen zwei am 12. Januar getrübt waren und die gleichen Bacterien in weit überwiegender Zahl enthielten; die dritte war steril geblieben.
2. Aus dem Gewebssaft der Leber:
   a) eine Gelatinestichcultur,
   b) eine Agarstichcultur.

Beide blieben steril.

3. Aus dem Gewebssaft der Milz:
   a) eine Gelatinestichcultur,
   b) eine Agarstichcultur,

von denen die erstere steril blieb, die zweite in charakterischer Weise anging als Reincultur der Löffler-Schütz'schen Bacterien.

Kaninchen 51 war am 18. December todt.

Der makroskopische und mikroskopische Befund glich dem von Kaninchen 40 und 41; ausserdem graurothe Hepatisation der rechten Lunge.

Huhn 12 blieb gesund.

XVIII. Versuchsreihe.

Am 27. December 1888 ferner wurden von der aus der Krippe des Stall 5 und 6 entnommenen Milch:

1. Kaninchen 50,
2. Huhn 11 (dieses mit dem Bodensatze)

subcutan geimpft. Kaninchen 50 blieb gesund, Huhn 11 war am 13. Januar gestorben.

Sectionsbefund: An der Impfstelle das Unterhautzellgewebe ödematös geschwellt; an der inneren Organen nichts Auffälliges.

Der Gewebssaft des Bindegewebes der Impfstelle wies in weitaus überwiegender Zahl die Löffler-Schütz'schen Bacterien auf; die gleichen Bacterien fanden sich, wenn auch vereinzelt, so doch ganz allein im Knochenmark, in der Leber, Milz und Lunge.

Controlversuche.

Zur Controle wurde:

1. am 31. December 1888 den Kaninchen 55 und 56 je eine Pravazspritze aus einem hiesigen, nicht inficirten Gehöft stammender Milch,

2. am 2. Januar 1889 den Kaninchen 57 und 58 je eine Pravazspritze aus der Heumos'schen Molkerei stammender Magermilch am Rücken unter die Haut gespritzt.

Kaninchen 55 blieb gesund, Kaninchen 56 starb am 13. Januar 1889, Kaninchen 57 und 58 starben am 11. Januar.

Sectionsbefund von Kaninchen 56 bis 58: Eiteriger Abscess an der Impfstelle, embolische Herde in der Leber.

In keinem der von der Impfstelle und vom Gewebssaft der inneren Organe angelegten Ausstrichpräparate konnten wir die Löffler-Schütz'schen Bacterien nachweisen. Im Gewebssaft der Leber waren unregelmässig gestaltete, sich mit Fuchsin färbende Körner und Klumpen vorhanden, die aber keinesfalls als Bacterien irgend welcher Art zu deuten waren (Gregarinen?); alle Ausstrichpräparate, die von dem Gewebssaft der übrigen Organe angelegt wurden, wiesen keine Bacterien auf.

Sämmtliche von dem Milz- und Lebersaft dieser Thiere angelegten Gelatinestiche und -Platten blieben steril.

Zur Vervollständigung dieser Versuchsreihen dienten folgende, auf das Verhalten der Schweineseuchenbacterien gegenüber von Milch, insbesondere auf ihre Wachsthumsverhältnisse in normaler, beziehungsweise saurer Milch gerichteten Versuche.

XIX. Versuch.

Am 19. sowie am 23. December wurden zwei, bezw. drei mit mehrere Stunden im Dampfkochtopf sterilisirter Milch versehene Reagensgläschen mit Reincultur der Löffler-Schütz'schen Bacterien inficirt und darauf bei Brutwärme gehalten.

Desgleichen wurden am selben Tage drei mit sterilisirter Milch beschickte Objectträger mit den gleichen Bacterien inficirt und darauf der Brutwärme ausgesetzt.

Die durch Anfertigung von Ausstrichpräparaten am 4. Januar 1889 veranstaltete Untersuchung dieser sämmtlichen Proben liess eine Vermehrung der Bacterien vermissen.

Da danach gewöhnliche Milch als günstiger Nährboden für die in Frage stehenden Bacterien nicht anzusehen war, beschickten wir:

XX. Versuch.

a) Am 29. December ein Gläschen sterilisirter saurer Brühe mit einer Spur der fraglichen Bacterien. Schon am nächsten Tage zeigte die bei Bruttemperatur gehaltene Brühe deutliche Trübung und einen Gehalt an den erwähnten Bacterien in einer Anzahl, die über eine thatsächlich stattgehabte Vermehrung uns nicht im Zweifel liess.

b) Am 31. December ein mit sterilisirter Molke versehenes Reagensgläschen.

c) Am 31. December zwei mit sterilisirter Molke versehene hohle Objectträger mit Spuren der Löffler-Schütz'schen Bacterien. (Diese Molke war gewonnen worden, indem wir Milch sauer werden liessen, das Serum abgossen, dann dasselbe längere Zeit kochten und endlich filtrirten. Wir erhielten so ein vollkommen klares Filtrat von stark saurer Reaction.)

Schon am ersten, noch mehr am zweiten Tage zeigten die hängenden Tropfen sowohl, wie der Inhalt des Reagensgläschens (bei Brutwärme gehalten) deutliche Trübung und bei der mikroskopischen Untersuchung eine auf reichliche Vermehrung hindeutende Menge von Löffler-Schütz'schen Bacterien in Reincultur.

XXI. Versuch.

Das gleiche Verhalten zeigte ein mit sterilisirter Molke der aus Krippe Stall 1 stammenden Magermilch beschicktes, am 2. Januar inficirtes Reagensgläschen am folgenden Tage.

XXII. Versuch.

Am 3. Januar wurden je ein mit saurer sterilisirter Milch, resp. mit saurer sterilisirter Brühe beschicktes Gläschen durch eine aus einer Reincultur der Löffler-Schütz'schen Bacterien entnommene Spur inficirt und alsdann bei Bruttemperatur gehalten. Beide Gläschen wiesen am 6. Januar einen auf reichliche Vermehrung deutenden Gehalt der fraglichen Bacterien auf.

XXIII. Versuch.

Mehrere mit saurer Fleischpeptongelatine, resp. mit einer Gelatine, die aus der oben erwähnten sauren Molke hergestellt war, vorgenommene Züchtungsversuche bewiesen, dass diese Nährböden für die Entwickelung der Löffler-Schütz'schen Bacterien ungeeignet sind.

XXIV. Versuch.

Ein am 31. December 1888 mit den Schweineseuchenbacterien inficirtes, saure Molke enthaltendes Gläschen war am 13. Januar stark getrübt und enthielt kolbige Involutionsformen, die ihrem Aussehen nach nur wenig an ihre Stammeltern erinnerten.

Von dem Inhalt dieses Gläschens wurde am 13. Januar eine Oese zur Anlegung von drei Fleischpeptongelatine-Platten benützt.

Am 18. Januar war in diesen Platten nur eine Colonie der Schweineseuchenbacterien, allerdings aber von durchaus charakteristischen Eigenschaften, gewachsen.

Wenn die Versuche XIX bis XXIV lediglich lehren, dass normale Milch für die Schweineseuchenbacterien keinen geeigneten Nährboden abgiebt, dass dagegen die genannten Bacterien in saurer Molke, saurer Milch, ebenso wie in saurer Bouillon sich durch Tage nicht nur lebensfähig erhalten, sondern sogar vermehren können, so beanspruchen die Versuchsreihen XVI bis XVIII insofern ein besonderes Interesse, als sie Klarheit verschafften in Bezug auf die Art und Weise der Weiterverbreitung der Krankheit in der Krzanowitzer Molkerei, wie in Molkereien überhaupt.

Obgleich die Schweineseuche ausserhalb von Molkereien häufig genug vorkommen mag, wofür die Thatsache spricht, dass unter den Treiberherden z. B. des Waldenburger Kreises s. Z. häufig käsige Lungenentzündungen beobachtet wurden, so sind grössere Epidemieen von Schweineseuche doch bisher nur in Molkereien bekannt geworden.

Nach den Ergebnissen der Versuchsreihen XVI bis XVIII muss man annehmen, dass das der seuchenartigen Verbreitung der Krankheit in Molkereien Vorschub leistende Moment in der daselbst üblichen gemeinsamen Verfütterung von Milch liegt, und dass die von gesunden und kranken Schweinen gemeinsam benützten Tröge der Ort sind, wo die kranken Schweine den Infectionsträger deponiren, und von wo er wiederum in die Luftwege gesunder Schweine dringt.

Dass dem so ist geht, aus Folgendem hervor:

1. Nur die Verimpfung der den gemeinschaftlichen Trögen entnommenen Futterreste, nicht aber die der Milch, welche mit den Trögen noch

nicht in Berührung gekommen war, führte in gleicher Weise, wie die Verimpfung der Organtheile der erkrankten Schweine zur Isolirung der Schweineseuchenbacterien.

2. Die den (mit dem Seuchengehöft nicht in Berührung gekommenen, vorher gesunden) Impfschweinen in die Luftwege gebrachten Futterreste erzeugten bei diesen das typische Bild der Schweineseuche.

Aber nicht nur der Verbreitung der Krankheit in der Herde, sondern auch der Intensität des Verlaufes der Krankheit im einzelnen Individuum scheint die erwähnte Fütterungsart Vorschub zu leisten. Wenigstens stellten wir an zwei der uns bereits in erkranktem Zustande überwiesenen Schweine (Nr. XLVII und Nr. XLVIII), welche von uns unter anderen Verhältnissen gehalten wurden, trotz der notorisch monatelangen Krankheitsdauer nur geringgradige anatomische Veränderungen fest.

Bei dem langen Verweilen der Futtermilch in den gemeinsamen Trögen haben die kranken Schweine dauernd Gelegenheit, durch die häufigen Hustenstösse beim Fressen den nach unseren Untersuchungen an den Schweineseuchenbacterien besonders reichen Bronchialschleim in die Tröge zu entleeren. Hier gerathen die Infectionsträger in die Futterreste und gelangen mit diesen in die Nase und Luftwege der gesunden Schweine, und zwar um so leichter, als Schweine bekanntlich während des gierigen Fressens die Nase tief in's Futter einzutauchen und sich häufig zu verschlucken pflegen.

Je weniger Schweine ein und denselben Trog benützen, desto langsamer wird naturgemäss die Krankheit sich verbreiten, wie ja auch zu Krzanowitz die Verbreitung der Krankheit in den Kobenställen eine langsamere war, wie in Stall 1, 5 und 6.

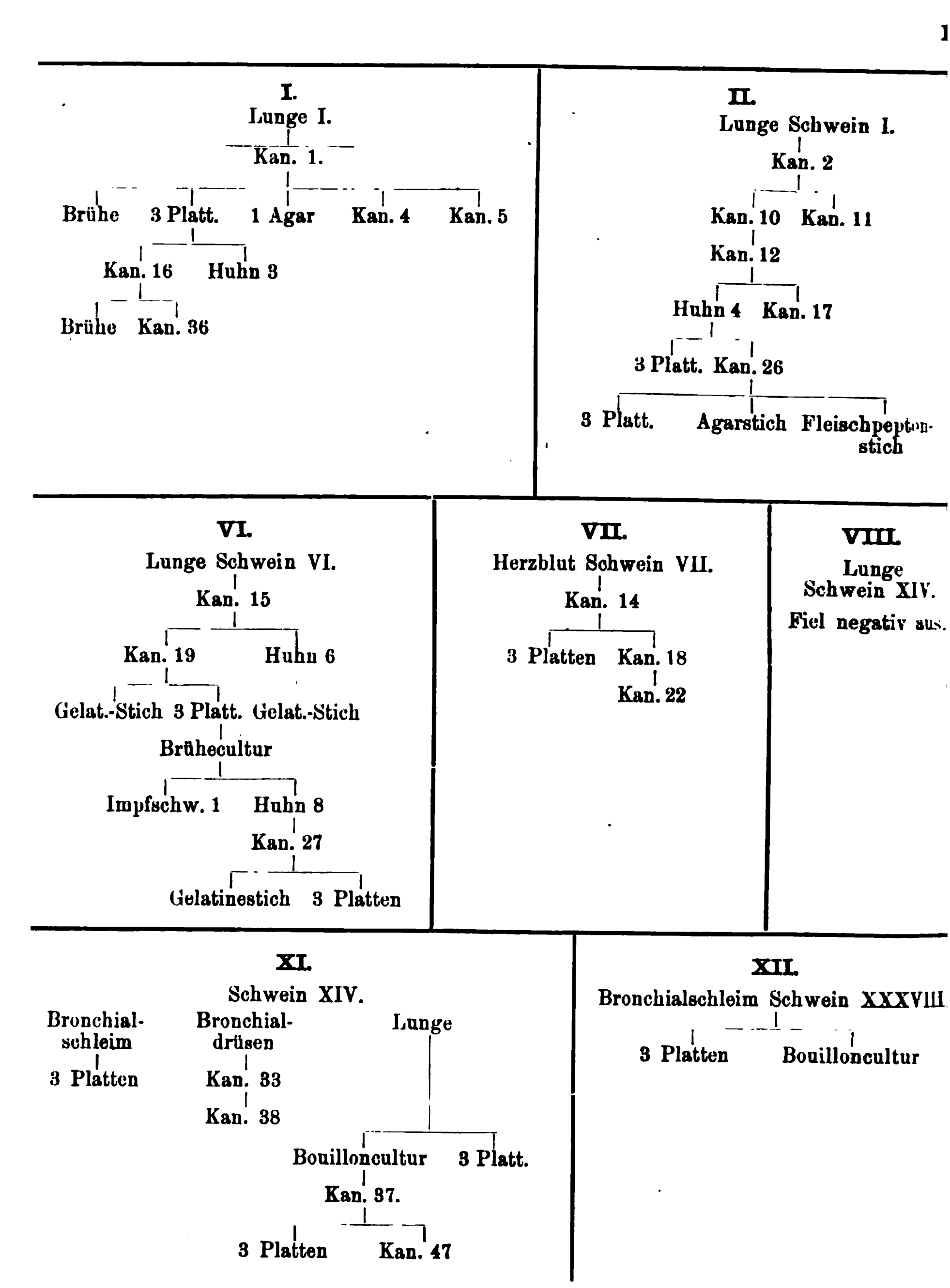
Es ist dies unseres Erachtens ein nicht unwichtiger Fingerzeig für die Prophylaxe insofern, als es sich, da die gemeinsame Fütterung in Molkereien kaum ganz zu umgehen ist, für Molkereibesitzer empfehlen würde, neu angekaufte Schweine, bevor sie dem übrigen Bestande einverleibt werden, erst für längere Zeit in kleineren, mit Einzeltrögen versehenen Ställen unter Quarantaine zu halten.

Ist die Krankheit in Molkereien einmal ausgebrochen, so ist die Tilgung eine sehr schwierige. Es spricht dafür die Ausbreitung der Krankheit auf alle Ställe des Seuchengehöftes und besonders die von uns beobachtete Thatsache, dass die Krankheit in Stall 5 und 6 im Februar 1889 von Neuem wieder ausbrach trotz der isolirten Lage desselben, und trotzdem eine sehr gründliche Desinfection vorangegangen war.

Ohne Evacuirung aller kranken und verdächtigen Thiere dürfte die Tilgung in Molkereien überhaupt nicht zu erreichen sein.

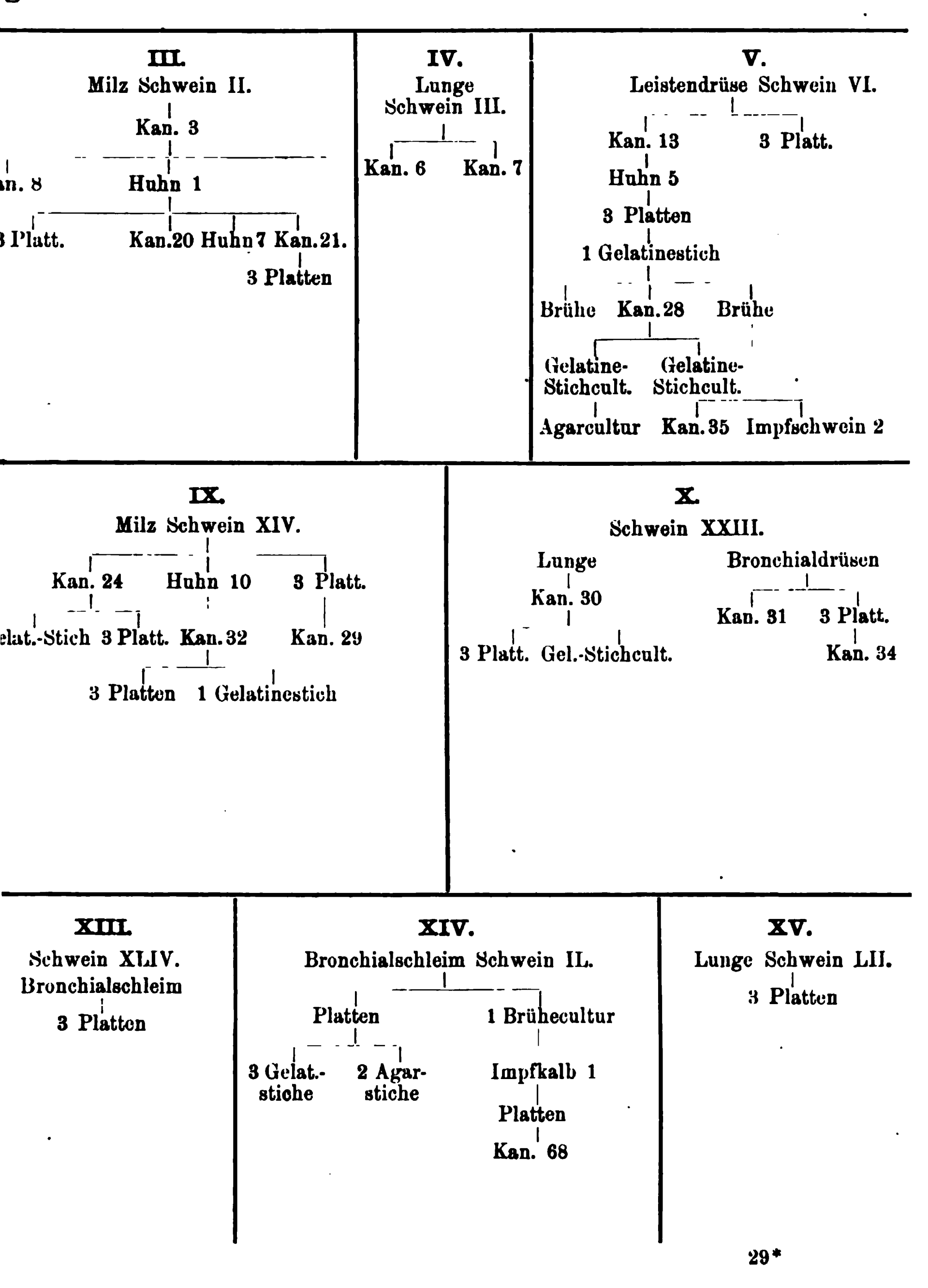
Selbst die in derartigen Anstalten aus ökonomischen Rücksichten empfehlenswerth erscheinende Belegung der inficirten Ställe mit Kälbern ist nach dem Ergebniss der Versuchsreihe XIV in hohem Grade bedenklich, und sind nach dieser Richtung hin weitere Versuche im Interesse der Gesetzgebung wünschenswerth.

Nicht unerwähnt möchten wir endlich lassen, dass, so lange nicht die Immunität des Menschen gegenüber den Schweineseuchenbacterien sicher nachgewiesen ist, die aus unseren Versuchen hervorgehende pathogene Wirkung der Schweineseuchenbacterien gegenüber sehr verschiedenen Thiergattungen eine solche auch dem Menschen gegenüber befürchten lässt, und dass deshalb eine besonders vorsichtige Handhabung der Fleischschau nach dieser Richtung geboten ist.


Schema de
I.
Lunge I.
Kan. 1.
Brühe
3 Platt.
1 Agar
Kan. 4
Kan. 5
Kan. 16
Huhn 3
Brühe
Kan. 36
II.
Lunge Schwein I.
Kan. 2
Kan. 10
Kan. 11
Kan. 12
Huhn 4
Kan. 17
3 Platt.
Kan. 26
3 Platt.
Agarstich
Fleischpepton-stich
VI.
Lunge Schwein VI.
Kan. 15
Kan. 19
Huhn 6
Gelat.-Stich
3 Platt.
Gelat.-Stich
Brühecultur
Impfschw. 1
Huhn 8
Kan. 27
Gelatinestich
3 Platten
VII.
Herzblut Schwein VII.
Kan. 14
3 Platten
Kan. 18
Kan. 22
VIII.
Lunge Schwein XIV.
Fiel negativ aus.
XI.
Schwein XIV.
Bronchial-schleim
3 Platten
Bronchial-drüsen
Kan. 33
Kan. 38
Lunge
Bouilloncultur
3 Platt.
Kan. 37.
3 Platten
Kan. 47
XII.
Bronchialschleim Schwein XXXVIII.
3 Platten
Bouilloncultur

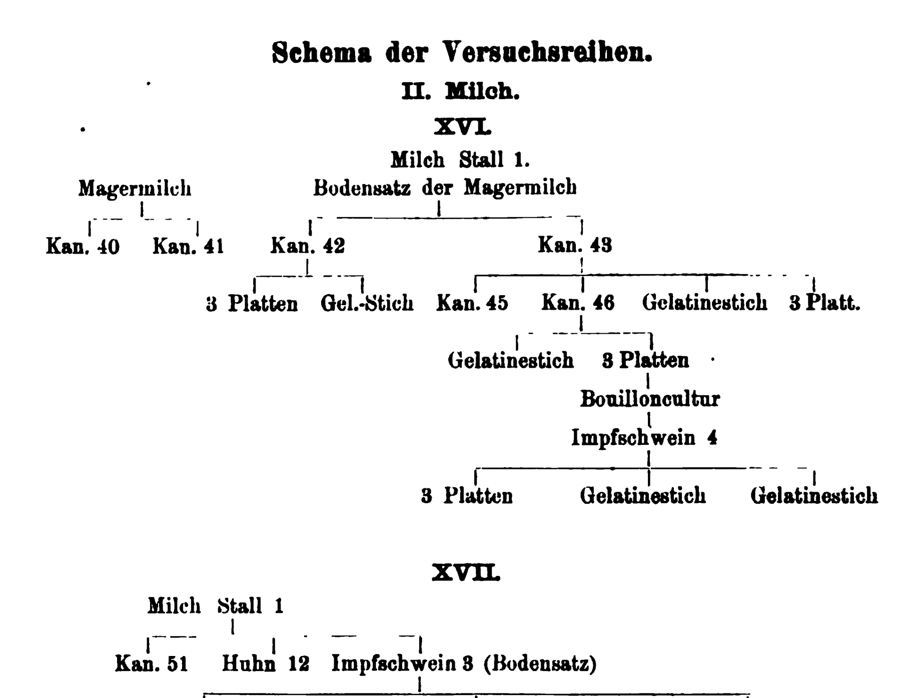
ersuchsreihen.

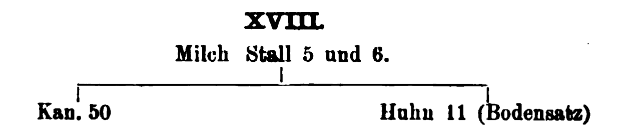
gane.



Schema der Versuchsreihen.

II. Milch.





[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Die Benutzung flüssiger Kohlensäure zur Bestimmung des Luftwechsels in geschlossenen Räumen.

Von

Dr. med. **R. J. Petri,**
Regierungsrath und Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

(Hierzu Taf. V.)

Die Bestimmung des Luftwechsels in geschlossenen Räumen ist bekanntlich eine Aufgabe, welche der Experimentalhygiene von verschiedenen Seiten des Oefteren gestellt wird. Sowohl die sogenannte natürliche Ventilation als auch künstliche Lüftungsanlagen müssen auf ihre Leistung durch zuverlässige Methoden geprüft werden. Ferner kommt es bei der Beurtheilung von Oefen darauf an, den Einfluss der Heizvorrichtung auf den Luftwechsel kennen zu lernen.

Von den Methoden, welche für diesen Zweck in Gebrauch sind, erfreut sich die von Pettenkofer ganz besonderer Vorzüge. Aus der Abnahme des Kohlensäuregehaltes, welche nach einer bestimmten Zeit in der künstlich mit diesem Gas beladenen Luft des betreffenden Raumes eintritt, wird die Menge der inzwischen zugemischten, frischen Aussenluft berechnet. Die anderen Methoden, welche durch mehr physikalische Versuche mit dem Differentialmanometer, dem Thermometer und dem Anemometer den Luftwechsel festzustellen suchen, müssten eigentlich stets durch das Pettenkofer'sche Verfahren controlirt werden. Kommt es in letzter Instanz doch immer darauf an, zu erfahren, wieviel frische Luft sich auch wirklich mit der Luftmenge des zu untersuchenden Raumes vermischt hat. So kann, um nur Eins hervorzuheben, sehr wohl durch das in einem Zuluftcanal aufgestellte Anemometer die stündliche Zufuhr einer gewissen Luftmenge nachgewiesen sein, ohne dass dieselbe in ihrem

ganzen Zahlenwerthe der Luftverbesserung im Zimmer auch wirklich zu Gute kommt. Dieser Fall wird stets eintreten, wenn ein Theil der frischen Zuluft, ohne ihren Zweck erfüllt zu haben, an der Peripherie des Zimmers durch absichtlich, aber unzweckmässig angebrachte Oeffnungen oder auf dem Wege der zufällig vorhandenen Ritzen, Fugen und Poren alsbald wieder entweicht, ohne mit der relativ trägen Luftmasse in der Mitte des Raumes in Austausch gekommen zu sein. Kurz, über den wirklichen Ventilationseffect giebt uns keine Methode promptere Auskunft, als die Kohlensäuremethode von Pettenkofer.

Unter der Leitung und auf Veranlassung von Hrn. Geheimrath Koch wurden in den letzten Semestern im Berliner hygienischen Institut Untersuchungen über Oefen angestellt, an denen auch ich mich betheiligen durfte. Mir war dabei unter Anderem die Aufgabe zu Theil geworden, Versuche mit einem Ofen vorzunehmen, der in einem für diese Zwecke leer geräumten Zimmer des Hygiene-Museums aufgestellt war. Zu einigen Nummern des von Hrn. Geheimrath Koch aufgestellten Versuchsprogrammes gehörte nun auch die Bestimmung des thatsächlichen Luftwechsels vermittelst der Pettenkofer'schen Kohlensäuremethode. Bei Ausführung dieser Versuche modificirte ich das Verfahren in einigen Punkten. Meine Aenderungen fanden die Billigung von Hrn. Geheimrath Koch, und ich mache mit Dank Gebrauch von dessen Erlaubniss, die betreffenden, kleinen Abänderungen schon jetzt mitzutheilen, bevor die Arbeiten, in deren Rahmen auch meine Untersuchungen hineingehören, in extenso veröffentlicht werden, weil ich glaube, dass meine Aenderungsvorschläge, so geringfügig an sich sie auch sind, in Folge der Erleichterung in der Technik, welche sie bieten, den Fachgenossen schon jetzt bequem sein dürften.

Für die Berechnung der Ventilationsgrösse auf Grund zweier, zeitlich von einander getrennter Kohlensäurebestimmungen in demselben Raume hat Pettenkofer bekanntlich zwei Verfahren angegeben.[1] Bei dem einen wird in kürzerer Zeit eine möglichst beträchtliche Menge von Kohlensäure in dem betreffenden Raume erzeugt, alsdann die Kohlensäureproduction inhibirt, und nun mit zweckmässigem Zeitintervall die Bestimmung vorgenommen. Nach dem anderen Verfahren lässt man eine Kohlensäurequelle von bekannter Ergiebigkeit continuirlich fliessen, und setzt diesen Factor neben den anderen analytischen Daten in die Formel ein. Ich gab nun bei meinen Versuchen dem ersterwähnten Verfahren den Vorzug. Mir war es bequemer, und es gestaltet sich auch die Berechnung nach der Seidel'schen Formel einfacher.

---

[1] Vgl. Flügge, *Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden.* S. 505.

Meine Abänderungen erstrecken sich wesentlich auf zwei Punkte der Technik.

Zunächst benutzte ich als Kohlensäurequelle die jetzt im Handel wohl überall ohne Schwierigkeit billig zu beschaffende, flüssige Kohlensäure, und dann bediente ich mich zur Entnahme der Luftproben der von mir vor einiger Zeit angegebenen Luftpumpe mit oscillirendem Cylinder. Letztere Vorrichtung ist ausführlich beschrieben unter Angabe der Aichung und Prüfung in einer früheren Arbeit dieser Zeitschrift, auf welche ich mich daher beziehen kann.[1]

Bevor ich nun zur Beschreibung des ganzen Verfahrens übergehe, möchte ich noch in Kürze angeben, was mich hauptsächlich dazu bewogen hat, von der bisher üblichen Methodik abzuweichen.

Bei der Ausübung der Pettenkofer'schen Kohlensäuremethode soll man sich zur schnellen Erzeugung grösserer Mengen dieses Gases entweder einer Anzahl vorher gewogener Stearinkerzen bedienen, welche im Untersuchungsraum vertheilt sind, oder man benutzt die Athmung einer genügenden Anzahl von Menschen. Auch die Erzeugung des Gases auf chemischem Wege ist unter Umständen anwendbar. Der Athmungsprocess kann nur in gewissen Fällen benutzt werden, meist hat man sich daher der Kerzen bedient. Dieselben kann man von recht constanter Zusammensetzung bekommen, und lässt sich aus der Gewichtsabnahme nach dem Brennen die erzeugte Kohlensäuremenge mit grosser Sicherheit berechnen. Nach Flügge[2] liefert eine solche Kerze aus jedem Gramm, das verbrennt, $2 \cdot 764^{\text{grm}}$ Kohlensäure.

Unter Zugrundelegung dieser Zahl kann der Bedarf an Kerzen für einen jeden Versuch leicht berechnet werden. Mir kam es nun darauf an, einen recht hohen Kohlensäuregehalt in kurzer Zeit zu erzielen, weil ich, wohl nicht ohne Grund, glaube, dass bei diesem Umstand die beobachteten Differenzen grösser, die Versuchsfehler weniger störend sein müssen. Unser schon erwähntes Versuchszimmer weist einen Luftcubus von 225^{cbm} auf. Um in diesem Raume fünf Gewichtspromille Kohlensäure herzustellen, sind für eine Temperatur von 0° und 760^{mm} Barometerstand:

$$225 \times 1 \cdot 293^{3} \times 5 = 1454 \cdot 625^{\text{grm}}$$

Kohlensäure erforderlich.

---

[1] Petri, Eine neue Methode zur Zählung der Bacterien in der Luft. *Diese Zeitschrift.* 1888. Bd. III. S. 42 ff. Die Pumpe wird verfertigt von Dr. R. Müncke, Berlin.

[2] A. a. O.

[3] $1 \cdot 293$ = Gewicht von 1 Liter Luft bei 0° und 360^{mm} Barometerstand.

Nach Flügge verbrennt von einer der erwähnten Kerzen stündlich die Menge von 9·6 grm. Hierdurch wird mithin erzeugt in der Stunde:

$$9 \cdot 6 \times 2 \cdot 764 = 26 \cdot 5344^{\text{grm}}$$

Kohlensäure. Mithin müssten:

$$\frac{1454 \cdot 625}{26 \cdot 5} = 54 \cdot 1 \text{ oder rund } 54$$

Kerzen im Versuchszimmer eine Stunde brennen, um den gewünschten Kohlensäuregehalt von fünf Gewichtspromille hervorzubringen. Dabei ist die während der Brennzeit stattfindende Ventilation gar nicht berücksichtigt. Die 54 Kerzen würden in einer Stunde zur Erzeugung der fünf Promille also nicht einmal ausreichen. Nun ist es klar, dass die Aufstellung, das Anzünden, Auslöschen, Wiegen u. s. w. so vieler Kerzen einen beträchtlichen Aufwand von Mühe und Zeit erfordert. Aber noch aus einem gewichtigeren, weiteren Grunde passte die Verwendung der Kerzen nicht in unser Versuchsprogramm. Die Verbrennungsproducte der Kerzen haben eine hohe Temperatur. Das Versuchszimmer würde daher auch durch die Kerzen mit geheizt worden sein, und ausserdem bringen die überall zu vertheilenden Kerzen sehr complicirte Strömungen in der Zimmerluft hervor, so dass eine Beurtheilung der durch den zu untersuchenden Ofen geschaffenen Verhältnisse bedeutend erschwert, wenn nicht gar unmöglich gemacht sein würde. Als willkommenes Hülfsmittel musste mir daher die flüssige Kohlensäure einfallen, deren Verwendung zu Bierdruckapparaten, Selterwasserbetrieben und zahlreichen anderen Gewerben von Tag zu Tag zunimmt. Die Handhabung der eisernen, mit flüssiger Kohlensäure gefüllten Cylinderflaschen ist sehr einfach, und konnte ich mir jeder Zeit eine solche Flasche besorgen. Die im Handel am meisten begehrten Flaschen enthalten 6 bis 10 kgrm Säure, jedoch sind auf Wunsch auch kleinere, bis herab zu 2 kgrm Inhalt zu bekommen. Die Flaschen werden wieder zurückgenommen, und es kostet das Kilo flüssiger Säure hier in Berlin etwa eine Mark. Die Vortheile, welche die Verwendung der flüssigen Kohlensäure für unsere Versuche bieten musste, liegen auf der Hand. Eine Störung der Temperaturverhältnisse, oder eine Beeinflussung der Luftströmungen findet nicht statt. Eine beliebige Menge Kohlensäure kann mühelos in den Versuchsraum gebracht werden. Als einziges Bedenken muss die eventuelle Schwierigkeit bedacht werden, das schwere Gas hinreichend schnell und gleichmässig im Raume zu vertheilen. Wie der Versuch lehrte, ist diese Schwierigkeit leicht zu beseitigen. Weiter bietet die flüssige Kohlensäure den grossen Vortheil einer genauen und schnellen Dosirung. Die Kohlensäureflasche wird vor und nach der Entnahme gewogen, und so erfährt man präcis das Gewicht der verbrauchten Kohlensäure.

Wie erwähnt, geschah das Füllen der Flaschen mit den Luftproben für die Kohlensäurebestimmung vermittelst meiner Luftpumpe. Ich versuchte für diesen Zweck zuerst die gewöhnlichen Handblasebälge. Es zeigte sich aber bald, dass dieselben zwar für Entnahmen im Innern des Untersuchungsraumes ganz brauchbar sind, aber für Entnahme von Aussen durch längere Leitungen nicht taugen. Sie sind selten dicht genug, und ihre Ventile schliessen schlecht. Bessere Gebläse, die für den vorliegenden Zweck sicher arbeiten, standen nicht zur Verfügung, und konnte ich nach den günstigen Resultaten, welche meine Pumpe lieferte, auch von der Beschaffung eines solchen Gebläses absehen. Drei Hübe der Pumpe fördern ein Liter. Zur Füllung der 5 bis 6 Liter haltenden Flaschen wurden stets 150 Umdrehungen (durch das Zählwerk der Pumpe constatirt) gemacht. Die Flasche wurde daher annähernd 10mal durchgespült. Eine solche Entnahme dauert etwa 3 bis 5 Minuten. Die Flaschen sind natürlich in üblicher Weise durch Auswiegen mit Wasser von 4° C. geaicht und vollkommen trocken. Zur Entnahme wird ein Kautschukstopfen, mit zwei Glasröhren armirt, luftdicht in den Flaschenhals eingesetzt. Das auf den Boden der Flasche reichende Rohr wird mit dem zur Entnahmestelle führenden, bleiernen Leitungsrohr durch dickwandigen Gummischlauch verbunden und mittelst eines gleichen Schlauchstückes die Verbindung der kurzen, dicht unter dem Stopfen endenden Glasröhre mit dem Ansaugeventil der Pumpe hergestellt. Nach Füllung der Flasche wird mit der einen Hand der Stopfen mit den Glasröhren herausgehoben und mit der anderen Hand die Pipette mit den 100 ^{ccm} Barytlösung bis auf den Boden der Flasche eingeführt. Nach dem Auslaufen und Ausdrücken der Pipette wird die Flasche mit ihrer Gummikappe (und ihrem Paraffinstöpsel) verschlossen, gut umgeschüttelt, signirt und bei Seite gestellt.

Die ganze Versuchsanordnung ist in der beigegebenen Skizze (Taf. V) zum Theil etwas schematisch dargestellt. Von den zwei neben einander liegenden Zimmern soll das rechts skizzirte den 225 ^{cbm} grossen Versuchsraum vorstellen. Im Zimmer linker Hand fand die Entnahme und Analyse der Proben statt. Zwischen beiden Räumen befindet sich die in der Zeichnung durchschnittene Thür. Der linke Flügel derselben steht fest und trägt in passender Höhe übereinander sieben Durchbohrungen zur Aufnahme der Bleiröhren. Durch den rechten Thürflügel findet das nöthige Ein- und Ausgehen in den Versuchsraum statt. In der Mitte desselben steht ein handfestes Holzgestell *a*. Dasselbe trägt vier Bleirohre und reicht bis zur Decke des Zimmers. Die Enden der Bleirohre stecken in Durchbohrungen der Mittelstange *b*. Zunächst der Zimmerdecke geht, mit der Oeffnung nach oben gerichtet, das mit CO_2 bezeichnete, für die Einleitung der Kohlensäure bestimmte Rohr durch die Stange. Unmittelbar

darunter, die Mündung nach unten, folgt das Rohr *mo* (Mitte oben), sodann *mk* (Mitte Kopfhöhe) und einige Centimeter über dem Boden *mu* (Mitte unten). Eine zweite starke Holzstange b_1 steht in einer Zimmerecke neben der Fensterseite des Raumes. Auch diese Stange trägt in ihren Durchbohrungen Bleileitungen und zwar *eo*, *ek* und *eu* (Ecke oben, Kopfhöhe und unten). An den Stangen *b* und b_1 sind die Latten *l* und l_1 zur Befestigung der Thermometer t_1 bis t_8 angebracht. Der Fusspunkt der Latten ist durch einen starken Nagel derart an den ersterwähnten Stangen fixirt, dass die Latten, sich als Radien um diesen Nagel drehend, umgelegt werden können, behufs Ablesung der unter der Zimmerdecke befindlichen Thermometer. In ihrer senkrechten Lage werden die Latten an die Stangen fixirt durch Eindrehen der kleinen Handbohrer *c* und c_1.

In dem Zimmer nebenan steht auf einem dicht an den feststehenden Thürflügel gerückten Tisch die Pumpe und die Flasche zur Luftentnahme. In der Nähe steht auf dem Boden eine gute Decimalwage *w* und auf dieser die eiserne Kohlensäureflasche *g*. Die obere, das Ventil schützende Kappe derselben ist entfernt, und an die Ausströmungsöffnung das in's Versuchszimmer führende bleierne Einleitungsrohr befestigt. Für diese Verbindung bedient man sich am Besten der auch für die Bierdruckapparate gebräuchlichen Zwischenstücke, welche eine luftdichte und haltbare Anpassung ermöglichen. An dieses Stück kann man das Bleirohr entweder anlöthen oder man benutzt ein kurzes Stück dickwandigen Schlauch mit Hanfeinlage. In letzterem Fall müssen jedoch die betreffenden Metallröhren sich bis zur Berührung nähern, und der darüber gezogene Schlauch muss mit enganliegenden Drahtwindungen umwickelt werden. Unterlässt man dies, so findet beim Ausströmen der unter sehr hohem Druck stehenden Kohlensäure leicht ein Platzen des Schlauches statt. Bei *r* ist das zum Aufschrauben der Kohlensäureflasche dienende Rädchen. Um die Kohlensäure bequem zu dosiren, verfuhr ich meist so, dass zunächst nach Herstellung der Verbindung mit dem Bleirohr neben die Eisenflasche auf die Wage Gewichte in der Höhe der beabsichtigten Entnahme aufgelegt wurden. Alsdann stellte ich durch Gewichte auf der Wagschale vollkommenes Einstehen der Schneiden her und entfernte darauf die Gewichtsstücke neben der Flasche. Die Schale sank nun entsprechend tiefer und erst nach Ausströmen des beabsichtigten Theiles Kohlensäure fand wieder Gleichgewicht statt und wurde die Flasche zugedreht.

Der Gang meiner Untersuchungen schloss sich in allem Uebrigen eng an die bekannte Methodik an, von deren Beschreibung ich hier wohl absehen kann.

Zum Beweis für die Brauchbarkeit der vorgeschlagenen Aenderungen

füge ich noch einen Theil eines Versuchsprotokolls hinzu. Ich gebe dabei nur das auf die vorliegende Frage Bezügliche, während die anderen, nicht hierher gehörigen Ausführungen fortgeblieben sind.

Versuch vom 30. August 1888.
(Bestimmung des Luftwechsels in einem 225 ^{cbm} grossen Raume unter wechselnden Bedingungen.)

Barometerstand: 764·5.

Aussentemperatur: 21° C. (Schattenseite), 24° C. (Sonnenseite).

Nachdem Alles für den Versuch in der beschriebenen Weise hergerichtet, werden 2 ^{kgrm} Kohlensäure in der Zeit von 10 Uhr 50 Min. bis 11 Uhr, also in 10 Minuten, in den Versuchsraum eingelassen. Es entspricht diese Menge einem Kohlensäuregehalt von ungefähr 6·8 Gewichtspromille oder 5 Volumpromille. Während der Zeit des Einströmens, sowie weiter bis 11 Uhr 20 Min. sind in dem Zimmer zwei Diener durch Wedeln mit grossen steifen Papptafeln bemüht, eine möglichste Vertheilung der Kohlensäure herbeizuführen. Inzwischen betrete ich selber den Raum zur Ablesung der Apparate. Die Temperaturen an den sechs Luftentnahmestellen sind:

Mitte	oben:	34°	Ecke	oben:	32°
	Kopfhöhe:	32°		Kopfhöhe:	30°
	unten:	30°		unten:	29°

Um 11 Uhr 20 Min. verlassen alle Personen den Versuchsraum, welcher abgeschlossen wird. Es erfolgt nun die erste Entnahme der sechs Luftproben. Diese Procedur dauert genau 18 Minuten, von 11 Uhr 20 Min. bis 11 Uhr 38 Min., also für jede Probe 3 Minuten. Die auch für alle weiteren Entnahmen inne gehaltene Reihenfolge ist:

1. Mitte Kopfhöhe,
2. Ecke Kopfhöhe,
3. Mitte unten,
4. Ecke unten,
5. Mitte oben,
6. Ecke oben.

Das Zimmer bleibt unter unveränderten Bedingungen bis zur zweiten Entnahme von Luftproben. Diese erfolgt genau eine Stunde nach der ersten, also von 12 Uhr 20 Min. bis 12 Uhr 38 Min. Um 12 Uhr 39 Min. betrete ich für kurze Zeit unter möglichst geringem Oeffnen der Thür den Raum, und notire die Ablesungen der Temperaturen:

Mitte	oben:	34°	Ecke	oben:	33°
	Kopfhöhe:	31°		Kopfhöhe:	30°
	unten:	29°		unten:	28°

Eine nächste Entnahme findet statt von 1 Uhr 20 Min. bis 1 Uhr 35 Min. Leider wurden durch Unachtsamkeit eines Dieners die betreffenden Barytlösungen ausgegossen, so dass diese Reihe für den Versuch verloren ging. Die nun noch folgende letzte Entnahme wird daher als dritte bezeichnet. Dieselbe findet statt genau zwei Stunden nach der zweiten, von 2 Uhr 20 Min. bis 2 Uhr 37 Min. Inzwischen sind nach Schluss der zweiten Entnahme durch Oeffnen von Schiebern u. s. w. die Ventilationsbedingungen im Versuchsraum im Sinne des (hier nicht weiter zu beschreibenden) Versuchsprogrammes verändert worden. Auf diese Veränderungen ist daher der Ausfall der Kohlensäurebestimmungen für die letzte Entnahmereihe zurückzuführen. Nach Schluss derselben werden noch einmal die Temperaturen im Versuchsraum abgelesen:

Mitte	oben:	35°	Ecke	oben:	34°
	Kopfhöhe	32°		Kopfhöhe:	31°
	unten:	29°		unten:	28°

Vor der ersten und nach Beendigung der letzten Entnahme sind in derselben Weise je eine Probe der Aussenluft von der Schattenseite des Versuchsraumes entnommen worden.

Der Inhalt sämmtlicher Flaschen wird nach gründlichem Umschütteln und halbstündigem Stehen übergefüllt in trockne, mit Korkstöpseln verschlossene Hundertgrammfläschchen. Nach dem Absitzen des Baryumcarbonats wird titrirt.

Als Grundlage für die Titrirung wird eine frisch bereitete Oxalsäurelösung benutzt. Dieselbe enthält im Liter: 2·8636 Oxalsäure. Als Indicator dient wässerig-alkoholische Lösung von Phenolphthaleïn, von der zu jeder Probe drei Tropfen zugesetzt werden. Das Verschwinden der stark rothen Färbung zeigt genügenden Säurezusatz an. Für jede Titrirung werden 25 ccm angewendet und stets mindestens zwei Titrirungen derselben Lösung vorgenommen. Wo dieselben, wie zumeist, gleiches Resultat liefern, gilt der Versuch als erledigt. Sonst noch weitere Titrirung bis zu übereinstimmenden Zahlen.

Die bei der Titrirung erhaltenen Zahlen sind:

1. Titerstellung:

25 $^{cm^3}$ der Barytlösung erfordern:

a) 21·70
b) 21.75 } $^{cm^3}$ Oxalsäure;
c) 21·70

Mittelzahl: 21·7 $^{cm^3}$.

2. Aussenluft, erste Bestimmung.

Volum der Flasche (F) = 5607,
Temperatur (t) = 21°; folglich $1 + \alpha t = 1 \cdot 077$,
Barometerstand (B) (bei allen Versuchen gleich) 764·5,

$$\text{folglich } \frac{B}{760} = 1 \cdot 0060.$$

25 $^{cm^3}$ der Barytlösung erfordern (V)
V = a) 20.9
b) 20·8
c) 20·8 } abgezogen vom Titer (21·7) (Vd) = 0·9 $^{cm^3}$.

Also Kohlensäure: $0 \cdot 9 \times 4 = 3 \cdot 6$ ^{mgrm}.

Die Umrechnung auf Volumpromille geschieht wie folgt:

$3.6 \times 0 \cdot 508$[1] $= 1 \cdot 8288$ $^{cm^3}$ bei 0° und 760 B.

Dies ist zu beziehen auf das in gleicher Weise reducirte Flaschenvolum (Fr).

$$F = 5607,$$
$$5607 - 100 = 5507,$$
$$5507 \times \frac{B}{760} : (1 + \alpha t).$$
$$Fr = \frac{5507 \times 1 \cdot 006}{1 \cdot 077} = 5144.$$
$$5144 : 1 \cdot 8288 = 1000 : x = 0.355 \text{ Volumpromille.}$$

In gleicher Weise sind alle nachfolgenden Titrirungen berechnet worden, von denen ich nur die Beobachtungsdaten, sowie die Endresultate der Rechnung hier wiedergebe.

3. Aussenluft, zweite Bestimmung.

F = 5552. t und B wie bei 2.
V = a) 21·0
b) 20·9
c) 20·9 } 21·7 − 20·9 = 0·8.

$0 \cdot 8 \times 4 = 3 \cdot 2$; $3 \cdot 2 \times 0 \cdot 508 = 1 \cdot 625$.
Fr = 5092·5
CO_2-Gehalt = 0·311 Volumpromille.
Mittelzahl aus 2 und 3 = 0·333 Vol. ‰.

Erste Entnahmereihe.

4. Mitte Kopfhöhe.

F = 6665. t = 32. Fr = 5911.
V = a) 6·7.
b) 6·7.

[1] Flügge, a. a. O. S. 138 ff.

$Vd = 15 \cdot 0$. $15 \cdot 0 \times 4 = 60 \cdot 0$.
$60 \cdot 0 \times 0 \cdot 508 = 30 \cdot 48$.
CO_2-Gehalt = 5·2 Vol. ‰.

5. Ecke Kopfhöhe.

$F = 5613$; $t = 30$; $Fr = 4996 \cdot 5$.
$V =$ a) 8·6.
b) 8·5.
$Vd = 13 \cdot 2$. $13 \cdot 2 \times 4 = 52 \cdot 8$.
$52 \cdot 8 \times 0 \cdot 508 = 26 \cdot 8224$.
CO_2-Gehalt = 5·3 Vol. ‰.

6. Mitte unten.

$F = 5322$; $t = 30$; $Fr = 4732 \cdot 7$.
$V =$ a) 9·6.
b) 9·6.
$Vd = 12 \cdot 1$. $12 \cdot 1 \times 4 = 48 \cdot 4$.
$48 \cdot 4 \times 0 \cdot 508 = 24 \cdot 5872$.
CO_2-Gehalt = 5·2 Vol. ‰.

7. Ecke unten.

$F = 5486$; $t = 29$; $Fr = 5160 \cdot 6$; $V = 9 \cdot 5$; $Vd = 12 \cdot 2$.
$12 \cdot 2 \times 4 = 48 \cdot 8$.
$48 \cdot 8 \times 0 \cdot 508 = 24 \cdot 7904$.
CO_2-Gehalt = 4·8 Vol. ‰.

8. Mitte oben.

$F = 5339$; $t = 34$; $Fr = 4686$; $V = 9 \cdot 8$; $Vd = 11 \cdot 9$.
$11 \cdot 9 \times 4 = 47 \cdot 6$.
$47 \cdot 6 \times 0 \cdot 508 = 24 \cdot 1808$.
CO_2-Gehalt = 5·2 Vol. ‰.

9. Ecke oben.

$F = 5203$; $t = 32$; $Fr = 4594 \cdot 6$; $V = 10 \cdot 25$; $Vd = 11 \cdot 5$.
$11 \cdot 5 \times 4 = 46 \cdot 0$.
$46 \cdot 0 \times 0 \cdot 508 = 23 \cdot 368$.
CO_2-Gehalt $\doteq$ 5·1 Vol. ‰.

Zweite Entnahmereihe
(eine Stunde nach der ersten).

10. Mitte Kopfhöhe.

$F = 5731$; $t = 31$; $Fr = 5086 \cdot 4$; $V = 10 \cdot 5$; $Vd = 11 \cdot 2$.

11·2 × 4 = 44·8.
44·8 × 0·508 = 22·7584.
CO_2-Gehalt = 4·5 Vol. ‰.

11. Ecke Kopfhöhe.

F = 5558; *t* = 30; *Fr* = 4946·6; *V* = 11·7; *Vd* = 10·0.
10·0 × 4 × 0·508 = 20·32.
CO_2-Gehalt = 4·1 Vol. ‰.

12. Mitte unten.

F = 5129; *t* = 29; *Fr* = 4573; *V* = 11·7; *Vd* = 10·0.
10·0 × 4 × 0·508 = 20·32.
CO_2-Gehalt = 4·44 Vol. ‰.

13. Ecke unten.

F = 5561; *t* = 28; *Fr* = 4982; *V* = 11·5; *Vd* = 10·2.
10·2 × 4 × 0·508 = 20·7264.
CO_2-Gehalt = 4·16 Vol. ‰.

14. Mitte oben.

F = 5496; *t* = 34; *Fr* = 4826.5; *V* = 11·7; *Vd* = 10·0.
10·0 × 4 × 0·508 = 20·32.
CO_2-Gehalt = 4·21 Vol. ‰.

15. Ecke oben.

F = 5597; *t* = 33; *Fr* = 4933·1; *V* = 12·1; *Vd* = 8·6.
8·6 × 4 × 0·508 = 17·464.
CO_2-Gehalt = 3·6 Vol. ‰.

Dritte Entnahmereihe
(zwei Stunden nach der zweiten).

16. Mitte Kopfhöhe.

F = 5658; *t* = 32; *Fr* = 5004; *V* = 20·1; *Vd* = 1·6.
1·6 × 4 × 0·508 = 3·2512.
CO_2-Gehalt = 0·65 Vol. ‰.

17. Ecke Kopfhöhe.

F = 5352·5; *t* = 31; *Fr* = 4744·5; *V* = 20·4; *Vd* = 1·3.
1·3 × 4 × 0·508 = 2·6416.
CO_2-Gehalt = 0·56 Vol. ‰.

18. Mitte unten.

$F = 5429$; $t = 29$; $Fr = 4845 \cdot 8$; $V = 20 \cdot 3$; $Vd = 1 \cdot 4$.

$1 \cdot 4 \times 4 \times 0 \cdot 508 = 2 \cdot 8448$.

CO_2-Gehalt = 0·55 Vol. $^0/_{00}$.

19. Ecke unten.

$F = 5612$; $t = 28$; $Fr = 5028 \cdot 6$; $V = 20 \cdot 4$; $Vd = 1 \cdot 3$.

$1 \cdot 3 \times 4 \times 0 \cdot 508 = 2 \cdot 6416$.

CO_2-Gehalt = 0·52 Vol. $^0/_{00}$.

20. Mitte oben.

$F = 5230$; $t = 35$; $Fr = 4573 \cdot 5$; $V = 20 \cdot 4$; $Vd = 1 \cdot 3$.

$1 \cdot 3 \times 4 \times 0 \cdot 508 = 2 \cdot 6416$.

CO_2-Gehalt = 0·57 Vol. $^0/_{00}$.

21. Ecke oben.

$F = 5518$; $t = 34$; $Fr = 4846 \cdot 2$; $V = 20 \cdot 5$; $Vd = 1 \cdot 2$.

$1 \cdot 2 \times 4 \times 0 \cdot 508 = 2 \cdot 4384$.

CO_2-Gehalt = 0·50 Vol. $^0/_{00}$.

Die gefundenen CO_2 $^0/_{00}$ übersichtlich gruppirt: Aussenluft: 0·33.

Erste Entnahme:

	Mitte	Ecke
Oben	5·2	5·1
Kopfhöhe . . .	5·2	5·3
Unten	5·2	4·8

Zweite Entnahme:

	Mitte	Ecke
Oben	4·2	3·6
Kopfhöhe . . .	4·5	4·1
Unten	4·4	4·2

Dritte Entnahme:

	Mitte	Ecke
Oben	0·57	0·50
Kopfhöhe	0·65	0·56
Unten	0·55	0·52

Aus diesen Zahlen ist nun der Luftwechsel (c) berechnet worden, der an den einzelnen Entnahmestellen stattgefunden hat. Die Berechnung erfolgte nach der Seidel'schen Formel:

$$c = 2 \cdot 303 \,.\, \frac{m}{T} \,.\, \log \frac{p_1 - a}{p_2 - a}.$$

Die Zeit (T) zwischen erster und zweiter Entnahme beträgt eine Stunde. Mithin der Luftwechsel:

$$c = 2 \cdot 303 \,.\, m \,.\, \log \frac{p_1 - a}{p_2 - a}.$$

In diese Formel sind die gefundenen Werthe eingesetzt worden. Ich gebe die Berechnung nur für eine Stelle detaillirt, die anderen Zahlen im Resultat. Für die Entnahmestelle Mitte oben gestaltet sich die Rechnung:

$$c = 2 \cdot 303 . 225 . \log \frac{0 \cdot 0052 - 0 \cdot 00033}{0 \cdot 0042 - 0 \cdot 00033}$$
$$= 2 \cdot 303 . 225 . \log 1 \cdot 258$$
$$= 2 \cdot 303 . 225 . 0 \cdot 09968$$
$$= 51 \cdot 65^{\text{cbm}}.$$

Die in ähnlicher Weise erhaltenen Zahlen für die Grösse des stündlichen Luftwechsels während der Zeit von der ersten bis zur zweiten Entnahme sind:

Cubikmeter:

	Mitte	Ecke
Oben	51·6	85·0(?)
Kopfhöhe	34·9	62·3
Unten	40·5	32·4

Mittelzahl 51·1, oder, ohne Berücksichtigung der (?) etwas stark abweichenden für die Ecke oben: 44·3 $^{\text{m}^3}$.

Zwischen Entnahme 2 und 3 sind die Versuchsbedingungen, wie schon erwähnt, geändert worden. Bei der Berechnung des Luftwechsels nach der Seidel'schen Formel ist $\frac{m}{T} = \frac{m}{2}$. Es resultiren nachstehende Zahlen für den stündlichen Luftwechsel zwischen der zweiten und dritten Entnahme:

Cubikmeter:

	Mitte	Ecke
Oben	625·7	665·4
Kopfhöhe	577·7	629·4
Unten	656·6	678·2

Mittelzahl 639 $^{\text{m}^3}$.

Ein Rückblick auf die Zahlenergebnisse des Versuches zeigt zunächst, dass durch das Einlassen von 2 ^{kgrm} Kohlensäure in den Versuchsraum der gewünschte Effect, einen Kohlensäuregehalt von fünf Volumpromille zu erzeugen, auch wirklich erreicht worden ist. Nach der Rechnung erzeugen die 2 ^{kgrm} Säure in dem Raum von 225 $^{\text{m}^3}$ für eine Temperatur von 32° C. einen CO_2-Gehalt von 5·02 Vol. ‰, für 34° C. 5·05 Vol. ‰. Die Bestimmung ergab 5·13 Vol. ‰. Das geringe Plus ist wohl erklärlich, wenn man in Erwägung zieht, dass während des Einströmens der

Kohlensäure mehrere Menschen im Versuchsraum waren, und dass die in demselben befindlichen Gegenstände vom Luftcubus nicht abgezogen worden sind. Ausserdem ist die Dosirung mittelst der Decimalwage doch nicht so ganz genau.

Die Zahlen der ersten Entnahme zeigen, dass eine ziemlich gleichmässige Vertheilung der CO_2 erreicht wurde. Auch die Zahlen der weiteren Entnahmen sind nach dieser Richtung zufriedenstellend, nur die 3·6 der zweiten Entnahme weicht etwas erheblicher ab. Ich lasse es dahingestellt, ob nicht ein Versuchsfehler vorliegt. Die einzelnen Bestimmungen derselben Reihe zeigen Differenzen in den Zehntel-Promille, die der dritten Reihe sogar nur in den Hundertsteln. Diese Unterschiede genügen aber schon, um für die durch die Seidel'sche Formel berechneten, stündlichen Luftwechselzahlen grössere Schwankungen zu erzeugen.

Zwischen der ersten und zweiten Entnahme fand demnach ein Luftwechsel von nur einem Fünftel des Rauminhaltes statt, d. h. die Luft des Versuchsraumes wurde nur zu ihrem fünften Theil erneuert. Nach den veränderten Versuchsbedingungen erwies der Luftwechsel sich dagegen als der 2·8fache des Zimmervolums.

Ich glaube auf Grund der mitgetheilten Thatsachen die von mir angewendete Methode der Bestimmung des Luftwechsels wohl zu weiterer Anwendung empfehlen zu dürfen.

Erklärung der Abbildungen.

(Tafel V.)

Rechts: A. Versuchszimmer (225^{m3} gross.)

Darin: *a* und a_1 Gestelle zur Anbringung der Bleileitungen.
b, b_1 die Stangen für Aufnahme der Bleirohrenden.
CO_2, *mo*, *mk*, *mu* die durch die Mittelstange *b* geführten Bleileitungen.
eo, *ek*, *eu* Bleileitungen in der Eckstange b_1.
$t_1 - t_8$ Thermometer.
l, l_1 Latten zum Umlegen, an denen die Thermometer befestigt sind.
c, c_1 kleine Handbohrer zur Befestigung der Thermometerlatten.

Links: B. Raum zur Entnahme u. s. w.

CO_2, *mo*, *mk*, *mu*, *eo*, *ek*, *eu* die zu den correspondirenden Entnahmestellen im rechten Raum führenden Bleileitungsenden.
d Fünfliterflasche, *p* Luftpumpe, *g* Flasche mit CO_2, *r* deren Ventil, *w* Decimalwage.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Beiträge zur Aetiologie des Milzbrandes.

Von

Dr. Behring,
Stabsarzt am Friedrich-Wilhelms-Institut in Berlin.

IV. Ueber den entwickelungshemmenden Werth des Auro-Kalium cyanatum (E. Merck) in eiweisshaltigen und in eiweissfreien Nährsubstraten.

Gelegentlich meiner Untersuchungen über die entwickelungshemmende Wirkung chemischer Körper gegenüber dem Milzbrand hatte ich feststellen können, dass der Werth derselben nicht in allen Nährsubstraten der gleiche ist.

Einige Ursachen für die differente Wirkung waren leicht aufzufinden und sind auch anderweitig schon gewürdigt worden.

So kann mit Leichtigkeit der Nachweis geführt werden, dass solche Körper, bei denen die antiseptische Leistungsfähigkeit wesentlich auf ihren sauren oder alkalischen Eigenschaften beruht, ganz entgegengesetztes Verhalten zeigen können, je nach der Reaction des Nährbodens.

Säuren wirken auf Milzbrand in alkalischen Nährböden so lange wachsthumsfördernd, als die Reaction noch alkalisch bleibt; erst mit dem Eintritt saurer Reaction werden sie entwickelungshemmend.[1] Umgekehrt werden Alkalien erst bei alkalischer Reaction des Nährbodens wirksam.

[1] Man muss sich nur nicht verführen lassen, chemische Körper hierher zu rechnen, die mit Unrecht den Namen einer Säure führen oder deren wichtigste chemische und physiologische Eigenschaften ganz wo anders zu suchen sind, als in der Säurenatur.

So ist die Carbolsäure zwar im Stande, eines ihrer Wasserstoffatome durch Metalle vertreten zu lassen und insofern eine Säure; sie ist aber auch im Stande, sich mit Säuren zu vereinigen (Aethersäure, Sulfosäure u. s. w.). Ihre Reaction ist be-

Der Kalk wirkt in sauren Nährböden so lange nicht entwickelungshemmend auf Milzbrand, und — wie Pfuhl (1) für die Desinfectionspraxis nachgewiesen hat — auch nicht auf Cholera, Typhus und Ruhr, so lange die Reaction des Desinfectionsobjectes noch sauer ist; erst mit deutlich alkalischer Reaction tritt seine antiseptische und desinficirende Wirkung ein.

Blut und Blutserum sind aus demselben Grunde viel leichter für Milzbrand durch Alkalien als durch Säuren zu einem ungeeigneten Nährsubstrat zu machen, und es lässt sich das auch nach Bestimmung der ursprünglichen Alkalescenz genau vorausberechnen.

So findet man beispielsweise auf titrimetrischem Wege den Grad der Alkalescenz frischen Rinderblutserums gleich ca. 20 bis 25 ccm Normalnatronlauge im Liter, und dementsprechend kann man constatiren, dass nach Zusatz von Säure so lange wachsthumsbefördernde Wirkung zu beobachten ist, bis 20 bis 25 ccm Normalsäure zugesetzt sind, gleichgültig welcher Natur die Säure ist.

Das Umgekehrte gilt bei sauren Nährböden von der Wirkung der Alkalien; für Natron und Kali sowohl wie für die Erdalkalien.

Diese Thatsachen lassen sich auch praktisch verwerthen.

Ich habe Rinderblutserum dadurch vor der Zersetzung durch Bacterien geschützt, dass ich seine Alkalescenz durch Natronlauge bis auf 80 ccm Normallauge pro Liter brachte. Wollte ich dasselbe dann für Milzbrand wieder zum geeigneten Nährboden machen, so setzte ich soviel Salzsäure hinzu, dass die Alkalescenz nur noch 15 ccm Normallauge pro Liter betrug. Freilich wird durch den so entstandenen reichlicheren Kochsalzgehalt das Milzbrandwachsthum etwas beeinträchtigt; diesem Uebelstand lässt sich aber mit Leichtigkeit abhelfen, wenn man das Blutserum mit 3 bis 4 Theilen sterilisirtem Wasser verdünnt.

Eine andere Ursache differenter antiseptischer Leistungsfähigkeit mancher Mittel lässt sich wiederum sehr schön am Kalk demonstriren.

Setzt man Kalkwasser oder kohlensauren Kalk in geringen Mengen zum Blutserum hinzu, ersteres in solchem Verhältniss, dass das Blutserum 1:3000 bis 1:2000 Kalkhydrat enthält, so findet man, dass trotz der

kanntlich gar nicht sauer. Ueberdies habe ich durch eigens auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen gefunden, dass ihre antiseptische Wirkung durch Säuren etwas vermindert, durch Alkalien in merklicher Weise erhöht wird, dass also — soweit die Reaction überhaupt in Frage kommt — für die entwickelungshemmende Wirkung der Carbolsäure richtiger ihre säurebindenden Eigenschaften berücksichtigt werden.

alkalischen Reaction der Kalk wachsthumsfördernd auf Milzbrand einwirkt. Die Milzbrandbacillen, bezw. die Fäden zeigen sogar Sporenbildung, was sonst — wenigstens in dickeren Flüssigkeitsschichten frischen Rinderblutserums — nicht der Fall ist.

Auch diese Thatsache lässt sich mit grosser Sicherheit auf ihre Ursache zurückführen, nachdem C. Fränkel (2) den schädigenden Einfluss der Kohlensäure auf das Milzbrandwachsthum nachgewiesen hat. Der Kalk bindet die Kohlensäure des Blutserums und beseitigt damit ein schädigendes Moment.

Vielleicht kommt aber hierbei noch ein Zweites in Betracht.

Stellt man Culturversuche mit virulentem Milzbrand in grossen Flüssigkeitsmengen und bei hoher Flüssigkeitsschicht an, so hört nach einiger Zeit jedes Wachsthum auf. Wird nun Kalkwasser in geringer Menge hinzugesetzt, so erfolgt neues Wachsthum sowohl der Fäden, als auch der etwa gebildeten Sporen.

Die Erklärung dieses Factums ergiebt sich aus der früher von mir mitgetheilten Beobachtung (3), dass der virulente Milzbrand eine Säure producirt, deren wachsthumsschädigende Wirkung naturgemäss durch den Kalkzusatz aufgehoben wird.

Die hier mitgetheilten Thatsachen liefern auch eine weitere Bestätigung bezw. eine Erklärung für die von R. Koch vor vielen Jahren gemachte Beobachtung, dass mergelhaltiger (kalkhaltiger) Boden eine Prädilectionsstelle für Milzbrandinfectionsherde ist.[1]

Eine dritte Ursache scheinbar paradoxer Wirkung antiseptischer Mittel ist in dem Salzgehalt der Nährböden zu suchen.

Quecksilbersublimat verliert an Wirkung in alkalischen Nährsubstraten, in welchen es in Quecksilberoxyd verwandelt wird. Dieses letztere wird zwar in Ammoniak und in Eiweiss enthaltenden Flüssigkeiten wieder gelöst; die Quecksilberoxydlösung hat aber geringere antiseptische Wirkung als das Quecksilberchlorid.

Kochsalz, Säurezusatz, und Pepton befördern dagegen die Löslichkeit und Haltbarkeit des Sublimats, und in eiweissfreien Nährböden mit Kochsalzzusatz, wie in der gewöhnlichen Nährbouillon, Gelatine u. s. w. ist daher sein Wirkungswerth der möglichst grösste.

Umgekehrt liegen die Verhältnisse beim Silbernitrat.

Kochsalzgehalt der Nährlösung fällt Silberchlorid; dasselbe wird zwar in Ammoniak, in organischen Basen und in Eiweiss enthaltenden Nährmedien wieder aufgelöst, aber als Silberoxyd; und dieses hat etwa 3 mal geringere antiseptische Wirkung als Silbernitrat; ausserdem wird seine

[1] *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Reichsgesundheitsamt.* Bd. I. S. 51 ff.

Löslichkeit durch reichlichen Kochsalzgehalt beeinträchtigt und durch saure Beschaffenheit des Nährbodens aufgehoben.

Ganz analog dem Silbernitrat verhält sich das einzige lösliche Salz der Quecksilberoxydulreihe — das Quecksilberoxydulnitrat; das was vom Silbernitrat gesagt wurde, gilt auch von diesem Salz, und wir haben hier ein interessantes Beispiel für ein gänzlich verschiedenes Verhalten ein und desselben Elements; wir finden, dass wir das Quecksilber durch ganz entgegengesetzte Massnahmen antiseptisch leistungsfähig machen können, je nachdem wir von einer Mercuri- oder von einer Mercuro-Verbindung ausgehen.

Man erkennt leicht, dass es die Salze des Nährbodens sind, bezw. ihre Säure- und Basenantheile, auf welche in diesem Falle die Differenz zurückgeführt werden kann, wie ich das vor längerer Zeit auch auf anderem Wege, nämlich mittelst der Dialyse, nachgewiesen habe (4).

Bisher war von drei verschiedenen Ursachen für eine scheinbar paradoxe Wirkung unserer antiseptischen Mittel die Rede.

Die beiden ersten lassen sich unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt betrachten: in den beiden ersten Fällen nämlich dient ein gewisses Quantum des antiseptischen Mittels dazu, im Nährboden schon vorhandene entwickelungshemmende Substanzen in ihrer Wirkung zu paralysiren, wodurch sogar eine wachsthumsfördernde Wirkung zu Stande kommen muss.

Im dritten Fall zeigte sich der Salzgehalt des Nährbodens von Einfluss, und zwar theils die Wirkung des antiseptischen Mittels befördernd, theils vermindernd.

Wenn ich aber den Wirkungswerth namentlich von Metallsalzen in eiweisshaltigen und in eiweissfreien Nährböden genau quantitativ prüfte, zeigte sich auch dann noch ein sehr beträchtlicher Unterschied, nachdem die Verhältnisse bezüglich der Reaction der Nährböden und ihres Salzgehaltes möglichst vollkommen gleich gemacht waren.

Das wurde ganz besonders augenfällig bei einem Präparat, welches, wie ich von Herrn Geh.-R. Koch erfuhr, so ausserordentliche antiseptische Wirkung besitzt, wie wir sie bisher noch von keinem einzigen Mittel kennen — beim Auro-Kalium cyanatum.

Herr Geh.-R. Koch übergab mir dieses Präparat in schon mehrere Monate alten Lösungen, die sich in Fläschchen von ungefärbtem Glase gänzlich unzersetzt gehalten hatten, obwohl sie nicht vor dem Licht besonders geschützt waren. Die eine Lösung war 1 ‰, die andere 0·5 ‰.

Es ist in der That erstaunlich, wie geringe Mengen dieses Goldpräparates genügen, um in eiweissfreien Nährsubstraten die Entwickelung von

Milzbrand zu hemmen, in Bouillon sowohl, wie in Gelatine und in Agar. In fast millionenfacher Verdünnung ist der entwickelungshemmende Einfluss noch bemerkbar.

Aber schon dann wird der Werth geringer, wenn die Bouillon bei alkalischer Reaction — nach vorherigem Zusatz von 15 ccm Natronlauge pro Liter Fleischinfus — gekocht und filtrirt wird, wobei etwas Eiweiss in Lösung übergeht, oder wenn ganz frisches Fleisch verarbeitet wird, wobei gleichfalls Eiweiss gelöst bleibt.

Untersucht man aber im Blutserum den Einfluss des Goldes auf das Milzbrandwachsthum, so ist eine entwickelungshemmende Wirkung erst bei 1:20,000 bis 1:30,000 zu bemerken.

Je dünner das Blutserum ist, um so erheblicher wird die Wirkung des Präparates und zwar steigt dieselbe fast genau im gleichen Verhältniss mit der Verdünnung, so dass ein Blutserum, welches mit 8 Theilen Wasser verdünnt ist, schon bei 1:150,000 Entwickelungshemmung erkennen lässt.

Da für dieses unterschiedliche Verhalten als erklärendes Moment weder die Reaction, noch der Salzgehalt ausreichte, so musste ich auf die Eiweisskörper selbst zurückgehen. Herr Geh.-R. Koch veranlasste mich nun zur Untersuchung der Frage, ob es nicht möglich ist, die im Blutserum vorhandenen Körper, welche die Wirkung des Goldes beeinträchtigen, auf irgend eine Weise zu eliminiren.

Für diesen Zweck war es selbstverständlich erforderlich, erst genau die Natur dieser Körper festzustellen, und das ist mir nach mancherlei resultatlosen Vorprüfungen jetzt soweit gelungen, dass ich behaupten kann:

Es sind die Globuline des Blutserums, welche zur Folge haben, dass in demselben die entwickelungshemmende Wirkung des Gold-Kaliumcyanids eine geringere ist, als in eiweissfreien Nährsubstraten.

Der Beweis lässt sich in folgender Weise führen:

Aus frischem Rinderblutserum wird, ohne vorherige Neutralisation, nach Verdünnung mit 9 Theilen Wasser durch Kohlensäure Paraglobulin gefällt und nach 24- bis 48stündigem Absitzen im Eisschrank die darüber stehende, vollkommen klar gewordene Flüssigkeitsschicht abgehoben. Darauf wird das so gewonnene Paraglobulin, welches noch mit Albumin verunreinigt ist, mit viel kohlensäurehaltigem Wasser ausgewaschen und nochmals 24 Stunden im Eisschrank stehen gelassen.

Der jetzt entstandene Niederschlag sieht schneeweiss aus und sitzt so fest am Boden eines hohen Cylinderglases — welches sich besser als ein Kolben zum Absitzen eignet — dass man bequem die darüber stehende Flüssigkeit, welche sehr lange opalescirend bleibt, abgiessen kann.

Aus einem Liter $^1/_{10}$ Blutserum habe ich auf diese Weise durchschnittlich 20 ccm fest abgesetztes feuchtes Paraglobulin bekommen.

In demselben sind selbstverständlich noch etwas Fibrinogen und Fibrinferment zugegen. Diese Körper kommen jedoch, wie wir sehen werden, für unseren Fall nicht wesentlich in Betracht. Das feuchte Paraglobulin, welches ursprünglich fast genau neutrale Reaction besitzt, brachte ich durch eine Spur Natronlauge in Lösung (0·05 ccm Normallauge pro 20 ccm Paraglobulin). Die Lösung opalescirte bei diesem Alkalizusatz noch stark, wurde aber beim Kochen ganz wasserklar. Dabei entweicht Kohlensäure und die Alkalescenz nimmt beträchtlich zu (um ca. 15 ccm Normallauge pro Liter).

Diese Lösung nun, sowie auch solche mit etwas grösserem Alkaligehalt, und solche, welche stärker verdünnt sind, geben einen sehr guten Nährboden für Milzbrand. In der Mehrzahl meiner Untersuchungen habe ich die Verdünnung so gewählt, dass ich das aus einem Liter $^1/_{10}$ Blutserum gewonnene Paraglobulin auf 200 ccm brachte, so dass meine Lösungen ungefähr die Hälfte derjenigen Menge Paraglobulin enthielten, die im gleichen Quantum vollen Blutserums vorhanden ist.

In solchen Lösungen nun bin ich mit dem Goldzusatz bis auf 1:15,000 heruntergegangen, ehe eine erhebliche Wachsthumsbehinderung eintrat. —

Man kann diese so sehr herabgesetzte Wirkung des Goldes sowohl an den frischen Lösungen, welche bekanntlich nach Alexander Schmidt (5) fibrinoplastische Wirkung besitzen, als auch an den gekochten beobachten, welche letztere fibrinoplastisch nicht mehr wirksam sind; sie haben auch kein wirksames Ferment mehr und kein Fibrinogen, und das ist der Grund, weshalb ich vorher von Globulinen im Allgemeinen gesprochen habe, ohne besondere Rücksicht auf das Ferment und das Fibrinogen zu nehmen.

Weiterhin habe ich die Globulinlösungen auch zur Herstellung fester Agarnährböden benutzt.

Für diesen Zweck muss man der Lösung einen höheren Grad der Alkalescenz geben, da sonst beim Zusammenkochen mit Agar Globuline wieder ausfallen; ich habe es zweckentsprechend gefunden, 16 ccm Normallauge pro Liter und dann $1^3/_4$ Procent Agar hinzuzusetzen. Bei langem Kochen bräunt sich der Agar, ohne dass jedoch die Durchsichtigkeit und Schönheit des Nährbodens dadurch eine Einbusse erleidet. Auch in diesen Agarnährböden kann man mit dem Goldzusatz bis auf 1:15,000, ja noch höher steigen, ohne dass das Wachsthum von Milzbrand darin aufhört.

Die gleichen Prüfungen habe ich mit dem $^1/_{10}$ Blutserum nach Ausfällung des Paraglobulins mit Kohlensäure vorgenommen.

Dasselbe reagirt alkalisch, trübt sich beim Kochen sehr stark und bleibt erst nach Zusatz von 30 ^{ccm} Normallauge auch nach dem Kochen vollkommen klar. Bei diesem Grad der Alkalescenz wächst Milzbrand darin nicht. Man kann nunmehr aber durch Salzsäure die Alkalescenz herabsetzen, ohne dass eine Trübung mehr entsteht.

In solchem paraglobulinfreien Blutserum, dem 30 ^{ccm} Normallauge pro Liter und dann wieder 25 ^{ccm} Normalsalzsäure zugesetzt werden, wächst der Milzbrand sehr gut und bildet auch schnell und regelmässig Sporen.

Die entwickelungshemmende Wirkung des Goldes tritt in demselben bei 1 : 75,000 bis 1 : 100,000 ein, und dies Verhältniss wird nicht wesentlich geändert, wenn man das Blutserum auf den fünften Theil seiner ursprünglichen Menge eindampft. Dagegen fand ich in einem Fall, wo ich durch Neutralisation und nochmalige Durchleitung von Kohlensäure für möglichst vollständige Entfernung der Globuline Sorge trug, den antiseptischen Werth des Goldes in diesen Albuminlösungen noch höher.

Nach den Angaben der in diesen Fragen am meisten competenten Autoren werden durch Kochen sowohl die Globuline, wie die Albumine in Albuminate (Proteïne — Soyka) (5) verwandelt.[1] Wenn dem wirklich so ist — und wenigstens das eine Kriterium, die Nichtlöslichkeit des gekochten Paraglobulins in Kochsalz, habe ich gleichfalls constatiren können — so muss ich doch daran festhalten, dass das gekochte Paraglobulin in seinem Verhalten gegenüber dem Goldkaliumcyanid wesentlich sich verschieden zeigt von dem in alkalischer Lösung gekochten Albumin.

---

[1] Zur Orientirung über die Hauptgruppen unter den Eiweisskörpern führe ich folgende Stelle aus Soyka's Abhandlung „Ueber das Verhältniss des Acidalbumins zum Alkalialbuminat", Pflüger's *Archiv*, 1876, Bd. XII, S. 347—377, an:

S. 377: „Die Acidalbumine und die Albuminate gehören ein und derselben Eiweissgruppe an; sie unterscheiden sich beide nur insofern, als sie beide dieselbe Substanz, das Proteïn, einmal an Säure, das andere Mal an Basis (Metall) gebunden enthalten. Die löslichen Eiweisskörper sind also nur in drei Gruppen zu theilen, Albumine (sérine-Denis) (8), Proteïne und Globuline (la fibrine dissoute-Denis). Inwieweit die einzelnen Glieder der Proteïngruppe von einander verschieden sind, lässt sich zur Zeit noch nicht mit Bestimmtheit angeben. Man wird daher gut thun, die alten Namen Syntonin, Parapepton, Caseïn u. s. w. beizubehalten, um dadurch etwa vorhandene Unterschiede, die in der Bildungsweise und dem Materiale begründet sein können und sind, vorläufig zu bezeichnen."

Der Name „Proteïn" im Sinne Soyka's ist seitdem von mehreren Autoren, u. A. auch von Th. Weyl (Hoppe-Seyler's *Zeitschrift für Physiologie*, Bd. I „Beiträge zur Kenntniss thierischer und pflanzlicher Eiweisskörper") acceptirt worden. — (Vgl. auch Litteraturverzeichniss Nr. 6.)

Uebrigens werden ja auch von Soyka, der wohl bezüglich der Hervorhebung der gleichen Eigenschaften der Albuminate am weitesten gegangen ist, je nach der Herkunft und der Behandlung Unterschiede innerhalb der Gruppe der Albuminate nicht in Abrede gestellt.

Für die Beurtheilung der antiseptischen Leistungsfähigkeit eines Mittels ergaben diese Untersuchungen einen neuen Grund, dass wir vorläufig uns noch nicht mit einer einzelnen Prüfungsmethode begnügen dürfen, dass vor Allem für Mittel, die am menschlichen oder thierischen Körper Verwendung finden sollen, die Prüfung an eiweissfreien Nährsubstraten eine durchaus unzulängliche ist. Ja selbst innerhalb der eiweisshaltigen Nährböden existiren noch wieder sehr bedeutende Unterschiede, die theils von der Verdünnung der Eiweisssubstanzen, theils von ihrer Natur abhängig sind. Und dass auch für den lebenden Thierkörper diese Unterschiede in's Gewicht fallen, mag aus der Thatsache ersehen werden, dass der Gehalt des Blutes und des Blutserums an Globulinen und an Albuminsubstanz in weiten Grenzen schwankt. So fand Frédéricq (7) beispielsweise beim Rinde in einem Versuch 7·41 Procent, in einem anderen 8·49 Procent Eiweiss, wovon im ersten 3·58 Procent, im zweiten 5·79 Procent Serumglobulin waren. Bei einem Kaninchen dagegen fand er nur 5·48 Procent Eiweiss, aber mit einem Gehalt von 4·22 Procent Serumalbumin und nur 1·21 Procent Serumglobulin. Diese Zahlen, welche Frédéricq durch Bestimmung des Rotationsvermögens des Paraglobulins und Albumins fand, stimmen fast genau mit denjenigen, welche er durch Fällung und Kochen bekam, überein, sind daher sehr zuverlässig.

Es ist nicht unmöglich, dass diese Differenzen auch auf andere Probleme, namentlich in Bezug auf die verschiedene Empfänglichkeit der Thiere für manche Infectionskrankheiten von Einfluss sind, zumal wenn man die ganz verschiedene, fast entgegengesetzte gasbindende Fähigkeit beider Körper berücksichtigt, die zwar seit langer Zeit bekannt, aber für bacteriologische Fragen bisher noch nicht verwerthet ist.

V. Der entwickelungshemmende Werth einiger Metallcyanide gegenüber Milzbrand und Bemerkungen über eine Methode der Bestimmung des antiseptischen Werthes chemischer Präparate.

In früheren Arbeiten (9 und 10) habe ich als Resultat zahlreicher Untersuchungen über die Wirkung antiseptischer Mittel auf den gesunden und auf den mit Milzbrand inficirten Thierorganismus die immer wieder zu constatirende Thatsache mitgetheilt, dass der antiseptischen Wirkung eines Mittels ein fast gesetzmässiges Verhältniss der Giftwirkung entspricht, dass jedoch ein solches Verhältniss nicht für alle Gifte, nicht für specifische Nerven-, Muskel- u. s. w. Gifte wie Atropin, Morphium, Veratrin gilt, sondern nur für solche chemische Körper, als deren hervorragendste Wirkung wir die keimtödtende und entwickelungshemmende betrachten, und die eben aus diesem Grunde unter dem besonderen Namen „Antiseptica" zusammengefasst werden. Man kann dieselben vielleicht zweckmässig im Sinne von O. Löw den allgemeinen oder Blutgiften zurechnen.

Nach meinen bisherigen Untersuchungen scheint nun die Aussicht nicht gross zu sein, dass es gelingen wird, „ungiftige Antiseptica" aufzufinden, wie solche immer von Neuem als Panaceen angepriesen werden; aber wir haben ein gutes Recht, zu fordern, dass die am menschlichen und thierischen Körper zur Anwendung gelangenden Antiseptica den möglichst geringsten Grad der Giftigkeit besitzen, dass das Verhältniss zwischen der entwickelungshemmenden und keimtödtenden Wirkung einerseits, der Giftwirkung für Mensch und Thier andererseits ein möglichst günstiges sei.

Dieses Verhältniss, die relative Giftigkeit, stellt sich nach meinen Erfahrungen im Durchschnitt so, dass unsere bewährtesten Antiseptica ungefähr sechsmal giftiger sind für den Thierkörper als für Milzbrand im Blutserum, und ich bezeichne dieses Verhältniss, welches für die Carbolsäure, für Sublimat, Jodtrichlorid, Creolin u. s. w. mehr oder weniger genau zutrifft, durch die Zahl 6. Die relative Giftigkeit dieser Mittel ist gleich 6.

Die Feststellung der relativen Giftigkeit halte ich für ganz unerlässlich, wenn man zu einer rationellen Beurtheilung des antiseptischen Werthes eines Präparats gelangen will.

Für die Desinfection von Infectionsträgern, an deren Conservirung uns nicht viel gelegen ist, mag es oft gleichgültig sein, welche Wirkungen ein Mittel neben der keimtödtenden hat; und für die Desinfectionslehre kann daher schon die Feststellung der entwickelungshemmenden und keim-

tödtenden Kraft allein genügende Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Leistungsfähigkeit gewähren. So ist durch die Zahlen in der grundlegenden Arbeit von R. Koch[1] „Ueber Desinfection" eine ganz sichere Unterlage für die Beurtheilung des desinficirenden Werthes der meisten Antiseptica geschaffen worden, und durch die unzähligen Einzelarbeiten der nächsten Jahre auf diesem Gebiet ist Wesentliches an derselben nicht geändert worden; ja man kann sagen, es ist ausser der Desinfection mit Kalk nichts Wesentliches hinzugekommen. Diejenigen Desinfectionsmittel, welche dort bewährt gefunden worden sind, haben auch bis jetzt sich als die zuverlässigten für die Desinfectionspraxis erwiesen; und noch mehr: die in jener Arbeit angegebenen Mittel, der heisse und gespannte Wasserdampf und von den chemischen Körpern das Quecksilberchlorid, die Carbolsäure und der Aetzkalk reichen auch so vollständig aus, um unter jedesmaliger Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse in der Desinfectionspraxis Genügendes zu leisten, dass wenigstens ein dringendes Bedürfniss für neue Desinfectionsmittel nicht vorliegt.

Ganz anders verhält es sich mit der antiseptischen Praxis, die auf's Sorgfältigste den Infectionsträger berücksichtigen muss, mit der Antisepsis am und im lebenden Organismus und an solchen Substanzen, deren chemische und physikalische Zusammensetzung nicht alterirt werden darf.

Ausser für die Oberflächendesinfection nützt es uns hier noch nicht viel, wenn wir von einem chemischen Präparat wissen, dass es schon in ausserordentlich stark verdünnter Lösung Infectionskeime tödtet oder in ihrer Entwickelung hemmt; wir müssen weiter fragen, wie es mit der Giftigkeit steht, und wir werden für die antiseptische Praxis am lebenden Körper nicht deswegen allein einem Mittel den Vorzug vor anderen geben dürfen, weil es eine grössere Desinfectionskraft besitzt.

Wenn von salzsaurem Chinin ein erwachsener Mensch ohne Schaden 1 ^{grm} und vom Quecksilbersublimat nicht mehr als 0·03 ^{grm} auf einmal resorbiren darf, so ist offenbar zur Beurtheilung der Leistungsfähigkeit des Chinins und des Quecksilbers der absolute antiseptische Werth nicht ausreichend; derselbe kann beim Chinin etwa 30 mal geringer sein als beim Sublimat, ohne dass man berechtigt ist, das letztere für den Thierkörper und den Menschen ohne Weiteres für wirksamer zu erklären. Und in der antiseptischen Wundbehandlung darf deswegen die Carbolsäure nicht geringer geschätzt werden als Sublimat, weil sie um ein Vielfaches

[1] *Mittheilungen aus dem Reichsgesundheitsamt.* Bd. I.

an absolutem antiseptischen Werth demselben unterlegen ist; durch den Umstand, dass man ohne Gefahr der Vergiftung von der Carbolsäure in derselben Zeiteinheit viel mehr anwenden kann, wird die Differenz möglicher Weise sogar zu Gunsten derselben ausgeglichen.

Der eigentliche antiseptische Werth eines Medicamentes kann daher nur unter Berücksichtigung einerseits seiner entwickelungshemmenden Wirkung und andererseits seiner Giftwirkung gefunden werden.

Was nun die quantitative Feststellung dieser beiden Wirkungen betrifft, so ist die erstere nur in dem Falle durch eine Zahl wiederzugeben, wenn sie an einem ganz bestimmten Mikroorganismus und in einem ganz bestimmten Nährmedium geprüft wird. Wir wissen, dass die verschiedenen Bacterien sehr verschiedene Widerstandsfähigkeit gegenüber antiseptischen Mitteln zeigen, und wir wissen ferner, dass dieselben Organismen in manchen Nährböden einen grösseren, in anderen einen kleineren procentischen Gehalt von Sublimat, Silber, von Säuren und Alkalien u. s. w. vertragen.

Will Jemand daher das Wachsthum von Erysipel oder Tuberculose im lebenden Organismus beeinflussen, so muss er die Widerstandsfähigkeit der Infectionserreger dieser Krankheiten gegen die zu untersuchenden Mittel bestimmen. Bei meinem Studium des Einflusses von chemischen Körpern auf den Verlauf der Milzbrandinfection musste ich demnach den entwickelungshemmenden Werth an Milzbrandbacillen prüfen, und da dieselben im Thierkörper sich vornehmlich im Blute vorfinden, so war als Nährsubstrat ein dem Blute ähnlich znsammengesetztes zu wählen; das ist aber unter den uns gut zugänglichen durchsichtigen Nährmedien das Blutserum.

Den absoluten, durch eine Zahl ausgedrückten entwickelungshemmenden Werth eines Medicaments bekomme ich also durch die Beobachtung seiner Wirkung auf Milzbrand im Blutserum.

Die Giftwirkung bestimme ich durch subcutane Injection des zu prüfenden Präparats. Diese Applicationsweise gestattet bei Lösungen solcher chemischer Körper, die vom subcutanen Gewebe aus prompt und glatt resorbirt werden, eine hinreichend genaue Berechnung. Vergleichende Untersuchungen haben mir auch ergeben, dass die tödtliche Dosis antiseptischer Mittel von der eben charakterisirten Beschaffenheit, auf ein Kilo lebendes Meerschweinchengewicht berechnet, nicht bloss für diese Thiere, sondern auch für Kaninchen, Mäuse und Hunde gilt; soweit Beobachtungen an Menschen vorliegen, zeigt sich ferner, dass die bei Thieren gefundenen Zahlen auch ziemlich gut mit den beim Menschen zu constatirenden übereinstimmen.

Hat man nun diejenigen Zahlen gefunden, welche den absoluten entwickelungshemmenden Werth einerseits und die Giftigkeit andererseits angeben, so bekommt man die relative Giftigkeit, wenn die zweite Zahl durch die erste dividirt wird.

In dieser Weise habe ich nicht bloss für fast alle schon in gutem Rufe stehenden Antiseptica, sondern auch für eine Anzahl bis jetzt noch wenig oder gar nicht in der antiseptischen Praxis berücksichtigter Mittel die Prüfung auf den entwickelungshemmenden Werth ausgeführt.

Die Resultate lassen sich nach den vorgehenden Auseinandersetzungen sehr leicht und übersichtlich durch eine tabellarische Zusammenstellung kenntlich machen.

Von mehreren Mitteln habe ich schon früher Genaueres mitgetheilt. Der Vollständigkeit wegen führe ich die diesbezüglichen Stellen hier noch einmal im Wortlaute an:

„Auf das Körpergewicht der Kaninchen und Mäuse bezogen, erwiesen sich antiseptische Mittel als tödtlich wirkend in sechsfach geringerer Dosis als diejenige, welche nöthig war, um im gleichen Gewicht Blutserum das Wachsthum von Milzbrandbacterien aufzuheben" . . . .

„Für die Carbolsäure kommt man nach obiger Rechnung, da dieselbe nach meiner Beobachtung im hohlen Objectträger bei 1:600 das Wachsthum aufhebt, also bei ca. 1·7:1000, zu der Zahl $\frac{1\cdot 7}{6}$ = nicht ganz 0·3 grm pro Kilo Thier, und ich finde in der That in Uebereinstimmung mit Riedel[2], dass dies die tödtliche Dosis der Carbolsäure bei subcutaner Injection ist.

Für das Quecksilbersublimat fand ich, dass dasselbe bei 1:8000 bis 1:10,000 Wachsthum aufhebt, also bei 0·1:1000, was nach der Rechnung als tödtlich wirkende Dosis 0·017 grm pro Kilo Kaninchen ergeben würde. Nun findet Riedel, dass auf je 10 grm Kaninchen 0·000096 Sublimat subcutan injicirt noch nicht tödtlich wirkt, dass aber bei 0·00015 bis 0·00017 die Thiere nach 2 bis 3 Tagen starben; pro Kilo Thier erhalten wir danach als tödtliche Dosis 0·015 bis 0·017 grm, also ziemlich genau die durch Rechnung gefundene Zahl.

Für Jodtrichlorid fand ich Wachsthumsaufhebung der Milzbrandbacillen bei 1:3000, die tödtliche Dosis nach der Rechnung wäre danach ca. 0,055 grm pro Kilo Thier; Riedel fand, dass bei 0·046 grm pro Kilo ein

---

[1] Wie ich jetzt hinzufügen kann, gilt das auch für Meerschweinchen.

[2] Versuche über die desinficirenden und antiseptischen Eigenschaften des Jodtrichlorids, wie über dessen Giftigkeit. *Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* 1887. S. 481 u. 482.

Kaninchen nach 10 Tagen starb, und man sieht, dass auch hier die Zahlen gut übereinstimmen, wenn berücksichtigt wird, dass die sicher tödtliche Dosis — wie ich in einigen Versuchen fand — etwas höher liegt.

Im Laufe der Zeit ist mir das Auffinden der vergiftenden Dosis dadurch ausserordentlich erleichtert worden, dass ich vorerst die wachsthumsaufhebende Wirkung feststellte und danach das zu wählende Quantum der in Lösung gebrachten Präparate zur subcutanen Injection bestimmte.

Wenden wir nun diese Rechnung auch für das Creolin an, so bekommen wir als sicher wachsthumsaufhebende Wirkung 1:150 = 6·6:1000, danach als giftige Dosis pro Kilo Thier ca. 1·1 ^{grm}, in welcher Menge in der That auch die Giftwirkung des Mittels eintritt."

Bei den eben genannten Mitteln ist demnach die relative Giftigkeit ziemlich gleich, nämlich ca. 6, und ich kann hinzufügen, dass ich unter denjenigen Medicamenten, über welche ich schon in früheren Arbeiten berichtet habe, nur beim Silber und beim salzsauren Chinin kleinere Zahlen fand, nämlich 4 bis 5 bezw. 5.

Nach sehr zahlreichen weiteren Untersuchungen kann ich ferner bestätigen, dass bewährtere antiseptische Mittel, sowohl organische wie anorganische, nur sehr wenig in ihrer relativen Giftigkeit von der Zahl 6 nach oben oder unten abweichen.

Ist die Zahl kleiner, so betrachte ich das Verhältniss als günstiger, während ich glaube, dass Mittel mit grösserer relativer Giftigkeit früher oder später als ungeeignet für die Verwendung in der antiseptischen Praxis sich erweisen werden.

So vermuthe ich, dass dies der Fall sein wird beim salzsauren Hydroxylamin, einem Präparat, welches namentlich in der dermatologischen antiparasitären Praxis jetzt vielfach Verwendung findet.

Für das von mir in Berlin von Kahlbaum bezogene Präparat habe ich als Grenze der Entwickelungshemmung 1:2500, für die Wachsthumsaufhebung die Zahl 1:1500 angegeben. (10) Neuerdings ist nun eine Arbeit von L. Lewin (11) erschienen, welche sich u. A. auch eingehend mit der Giftwirkung dieses Präparates beschäftigt. Als eben noch tödtliche Dosis findet Lewin (S. 317) 0·04 ^{grm}, für ein Kaninchen 725 ^{grm}, also ca. 1 ^{grm} auf 18,000 ^{grm} Körpergewicht. Fast genau das gleiche Verhältniss konnte ich bei meinem Präparat für Kaninchen feststellen und für Meerschweinchen bestätigen. Danach ist die relative Giftigkeit des salzsauren Hydroxylamins gleich ca. 10 bis 12, übersteigt also die der schon bewährten Antiseptica in nicht unbeträchtlichem Grade.

In meiner Tabelle sind die eben berichteten Resultate sehr schnell und leicht abzulesen; sie sind in folgender Weise gekennzeichnet:

Lfd. Nr.	Präparate	Wachsthumsaufhebung von Milzbrand in Blutserum	Tödtliche Dosis für Meerschweinch.	Relative Giftigkeit	Bemerkungen
1	Carbolsäure	1 : 600	1 : 3600	6	
2	Quecksilberchlorid	1 : 10,000	1 : 60,000	6	
3	Jodtrichlorid	1 : 3000	1 : 17,000	6	
4	Alkalische (resorptionsfähige) Silberlösung	1 : 13,000	1 : 50,000	4—5	Die antiseptisch stärker wirksame Höllensteinlösung ist als solche nicht resorptionsfähig.
5	Salzsaures Chinin	1 : 1250	1 : 60,000	5	Alkalische Lösung.
6	Salzsaures Hydroxylamin	1 : 1500	1 : 18,000	12	

Für die genaue Feststellung des Verhältnisses zwischen antiseptischer und zwischen Giftwirkung hatten sehr viele der bisher von mir untersuchten chemischen Körper, darunter ganz besonders concentrirtere Metallsalzlösungen, den Nachtheil, dass sie mit Blut und Blutserum Niederschläge geben, die Gewebe anätzen und auf diese Weise bei subcutaner Injection der prompten und glatten Resorption Hindernisse in den Weg stellen.

Dieser Nachtheil geht vollständig einer bisher in der antiseptischen Praxis noch gar nicht berücksichtigten Klasse von Metallverbindungen ab, als deren erste ich durch Herrn Geheimrath Koch das Goldkaliumcyanid kennen gelernt habe.

Die Constitution dieser Verbindung kann verschieden aufgefasst werden. Man kann dieselbe als Goldcyanid ($AuCy_3$) ansehen, welches in Cyankalium (KCy) gelöst ist, und die mit $1^1/_2$ Molekülen Wasser krystallisirt. Ihre Formel wäre danach $AuCy_3 + KCy + 1^1/_2 H_2O$, also die Formel eines Doppelsalzes.

Man kann dieses Salz aber auch ableiten von einer Säure, der Auricyanwasserstoffsäure = $HAuCy_4$, die nach Ladenburg[1] mit 3 Molekülen Wasser zu grossen, farblosen, luftbeständigen, leicht in Wasser, Alkohol und Aether löslichen Tafeln krystallisirt. In dieser Säure kann der Wasserstoff durch andere Metalle, z. B. durch Silber, Cadmium, Kalium, Natrium ersetzt werden. Das Kaliumsalz hat danach die Formel $KAuCy_4 + 1^1/_2 H_2O$.

[1] *Handwörterbuch der Chemie.* Bd. III. S. 110.

Mit Blut und Blutserum ist dieses Kaliumsalz der Auricyanwasserstoffsäure in allen Verhältnissen löslich, und bei subcutaner Injection wird es glatt und schnell resorbirt, ohne zu ätzen und, wie es scheint, auch ohne nennenswerthe Schmerzen bei Thieren hervorzurufen.

Ganz analoge Verbindungen lassen sich nun von den meisten anderen Metallen herstellen, und zwar von solchen, die verschiedene Werthigkeit besitzen, mehrere Reihen.

Am bekanntesten sind die hierher gehörigen Verbindungen beim Eisen. Wir kennen bei demselben die Ferrocyanwasserstoffsäure = $H_8Fe_2Cy_{12}$ und die Ferricyanwasserstoffsäure = $H_6Fe_2Cy_{12}$ und leiten von diesen Säuren das Kaliumeisencyanür = $K_8Fe_2Cy_{12} + 6H_2O$ und das Kaliumeisencyanid = $K_6Fe_2Cy_{12}$ ab. Das erstere bezeichnet man auch als gelbes, das zweite als rothes Blutlaugensalz.

Beim Quecksilber ist das entsprechende Doppelcyanid K_2HgCy_4, beim Platin und Palladium habe ich nur die Cyanüre bekommen (K_2PtCy_4 + $3H_2O$ und $K_2PdCy_4 + 3H_2O$ bezw. $1H_2O$); aus dem Osmiumsäureanhydrid (OsO_4) habe ich mir die Verbindung $K_4OsCy_6 + 3H_2O$ hergestellt; aus Kupfersulfat, welches mit schwefliger Säure versetzt wurde (Ladenburg a. a. O. S. 109), durch Behandlung mit Cyankalium die entsprechende Doppelverbindung des Kupfercyanürs (K_2CuCy_4); aus Zinksulfat das Kaliumzinkcyanür u. s. w.

Alle diese Doppelsalze werden gleich dem des Goldes ausserordentlich schnell bei subcutaner Injection resorbirt, und alle geben in eiweisshaltigen Flüssigkeiten keine Niederschläge. Aber noch aus mehreren anderen Gründen schienen sie mir einer eingehenderen Untersuchung werth zu sein.

Diese Doppelsalze haben — wenigstens ihre höheren Oxydationsstufen, die Cyanide — vor Allem den Vortheil, dass sie nach meinen vergleichenden Prüfungen den höchsten Grad der antiseptischen Leistungsfähigkeit unter allen Verbindungen repräsentiren, die für die einzelnen Metalle überhaupt in Frage kommen. Die Ursache hierfür ist ziemlich durchsichtig.

Nach den grundlegenden Untersuchungen von O. Löw (12) können wir uns den Modus der antiseptischen Wirkung der Metallsalze als eine Giftwirkung auf das lebende Protoplasma vorstellen. Das lebende Eiweiss gewisser Algen ist nämlich nach Löw im Stande, die Metallsalze aus verdünnten Lösungen zu einer niedrigeren Oxydationsstufe oder bis zum Metall selbst zu reduciren, das Metall in sich aufzunehmen und dadurch sich selbst zu vergiften. Die verschiedenen Metalle, ihre verschiedenen Oxydationsstufen, und ihre verschiedenen Lösungen verhalten sich aber

dem lebenden Protoplasma gegenüber ausserordentlich verschieden, und dieses selbst weist wieder bemerkenswerthe Differenzen auf je nach seiner Herkunft.

Einige der Metallsalzlösungen zeichnen sich nun dadurch aus, dass sie in so starken Verdünnungen, die nur noch $\frac{1}{100.000}$ und noch weniger Metall enthalten, vergiftend auf Algeneiweiss wirkt.

Als solche hat uns Löw vor Allem gewisse Lösungen des Quecksilbers, des Silbers und des Goldes kennen gelehrt.

Quecksilberlösungen gehören nun bekanntlich zu den energischsten Giften auch für Milzbrandbacillen; das Silber habe ich gleichfalls sehr wirksam gegen Milzbrand gefunden.

Angeregt durch die Mittheilungen Löw's hatte ich im pharmakologischen Institut zu Bonn auch Goldlösungen untersucht, fand dort aber insofern bei diesem ein abweichendes Verhalten, als dasselbe nur mässige antiseptische Wirkung besass, ungefähr in einer Verdünnung von 1:2000. Als ich nun durch Herrn Geheimrath Koch erfuhr, dass nur die unzweckmässige Wahl des Präparats — ich hatte das Auro-Natrium chloratum untersucht — an dem Misserfolg die Schuld trug, und dass andere Goldlösungen, wie das Goldkaliumcyanid, in der That vollständig mit Quecksilber und Silber concurriren können, wird man es begreiflich finden, dass ich hierin eine weitere Bestätigung für einen Parallelismus der Giftwirkung der Metallsalze gegenüber dem Algen- und dem Milzbrandprotoplasma nach Qualität und einigermassen auch quantitativ erblickte.

Aber die Beobachtung, die ich an den verschiedenen Goldpräparaten machte, musste auch darauf hinweisen, wie wichtig die Auswahl der Verbindungen bei den Metallen ist, wenn man die antiseptische Wirkung derselben studiren will.

Beruht die antiseptische Wirkung auf der Fähigkeit des lebenden Protoplasmas, das Metall aus der höheren Oxydationsstufe in eine niedrigere überzuführen, so ist es klar, dass der antiseptische Werth der Lösungen vermindert werden muss, wenn durch irgend welche Einflüsse diese Arbeit schon ohne die Mikroorganismen geleistet wird; wenn durch das Licht, durch reducirende Körper wie Zucker, mehratomige Alkohole, Aldehyde, organische Substanzen, die aus dem Eiweisszerfall hervorgehen, und dieses selbst bezw. besondere Modificationen desselben die Metallsalzlösungen zersetzt werden. Das dem wirklich so ist, beweist eine lange Reihe von Erfahrungen der letzten Jahre, die man an Sublimatlösungen gemacht hat; für Höllensteinlösungen und für viele andere Körper kann ich diese Erfahrungen bestätigen, und das gleiche lässt sich auch für Lösungen des Auro-Natrium chloratum nachweisen.

Im Gegensatz zu der leichten Reductionsfähigkeit der eben genannten Verbindungen sind wir aber im Stande, die Zersetzlichkeit von Metallsalzlösungen zu vermeiden; und zwar lässt sich dieselbe beträchtlich herabsetzen durch Einführung organischer Moleküle, wie des Essigsäure-, Weinsäurerestes, und so auch durch Einführung der Cyangruppe. Bei den Schwermetallen können hierdurch die meisten Metallreactionen vollständig zum Schwinden gebracht werden, wie wir das z. B. bei der Fehling'schen Kupferlösung durch die Weinsäure erreichen. Auch für das Quecksilber ist von den Chirurgen in der Essigsäure und Weinsäure die Verwerthung organischer Quecksilberverbindungen zur Erhöhung der Haltbarkeit vortheilhaft gefunden worden, nachdem von Liebreich im Formamid schon früher ein Mittel angegeben war, um die Zersetzung des Sublimats bei subcutaner Injection zu umgehen.

Die Doppelcyanide sind nun für die meisten Metalle eine sehr brauchbare Form, um ihre Zersetzung durch die Wirkung des Lichts und durch todte organische Substanz zu vermindern oder ganz zu verhüten, und wir finden demgemäss, dass derjenige antiseptische Werth, welcher einem Metall in Lösung überhaupt zukommen kann, am besten durch die sehr haltbaren Lösungen der Doppelcyanide erreicht wird. Aus diesen vermögen zwar noch lebendes Protoplasma, aber weniger leicht todtes Eiweiss und die meisten der anderen in Nährböden vorkommenden reducirenden Agentien das Metall abzuscheiden oder in niedrigere Oxydationsstufen überzuführen.

Aber ich hatte noch einen anderen Grund, gerade die Doppelcyanide für meine Versuche zu wählen.

In der antiseptischen Praxis werden die Metalle mit sehr verschiedenen Säureantheilen verwendet; Quecksilber als Chlorid, Silber als Nitrat, Kupfer und Zink als Sulfat u. s. w.

Man darf aber nicht ohne Weiteres den electropositiven (Säure-)Antheil in den Metallverbindungen vernachlässigen, und für vergleichende Untersuchungen war es wünschenswerth, analog construirte Verbindungen zu haben.

Dieser Anforderung wird durch die Cyan-Cyankaliumsalze in vollkommenster Weise entsprochen.

Manche Metalle allerdings, die in Cyankalium nicht löslich sind, wie Blei, Bismuth, Zinn können in dieser Form nicht untersucht werden.

Die in der vorher angedeuteten Weise vorgenommene Prüfung des antiseptischen Werthes hat für alle in Cyankalium gelösten Metalle bestätigt, dass mit der Wirkung auf das Wachsthum von Milzbrand im Blutserum in fast gesetzmässiger Progression die Giftigkeit für den Thierkörper steigt.

Diese Thatsache wird hier um so mehr augenfällig, als der absolute antiseptische Werth der einzelnen Metallverbindungen ausserordentlich verschieden ist.

Während das Ferricyankalium und das Ferrocyankalium in halbprocentiger Blutserumlösung das Milzbrandwachsthum noch nicht aufheben und die Doppelcyanide des Platins, des Iridiums, des Osmiums erst bei einem Gehalt von mehr als 1 pro Mille anfangen, entwickelungshemmend zu wirken, besitzen wir in Gold, Silber und Quecksilber so stark entwickelungshemmende Metalle, dass ein einziges Gramm ihrer Cyanverbindung 20 bis 50 ^{kgrm} Blutserum zu einem ungeeigneten Nährboden für Milzbrand macht.

In der Mitte stehen Kupfer, Palladium und Zink.

Ordnet man nun die Metalle nach ihrem antiseptischen Wert, dann ist die so gewonnene Scala gleichzeitig auch die Scala ihrer Giftigkeit für den Thierkörper.

Die relative Giftigkeit habe ich bei keinem dieser Körper niedriger als 5 gefunden; bei einigen Metallen, namentlich bei meinem Kupferpräparat war sie nicht unbeträchtlich höher (ca. 10).

Eine genauere Prüfung behufs therapeutischer Verwerthung bei Infectionskrankheiten scheinen nach meinen bisherigen Thierversuchen vor Allem Quecksilber, Silber und Gold zu verdienen.

Auf die Menge des in ihren Doppelsalzen enthaltenen Metalls berechnet, habe ich für diese Präparate folgende Zahlen gefunden.

Lfd. Nr.	Präparate	Wachsthumsaufhebg. von Milzbrand im Blutserum.	Tödtliche Dosis für Meerschweinchen	Relative Giftigkeit
1	Kaliumquecksilbercyanid	1 : 60,000	1 : 300,000	5
2	Kaliumsilbercyanid [1]	1 : 50,000	1 : 300,000	6
3	Kaliumgoldcyanid	1 : 25,000	1 : 150,000	5—6

[1] Die Constitution der Silberverbindung ist nicht der der Quecksilber- und Goldverbindung analog; sie ist zu schreiben AgCy + KCy, leitet sich also nicht von einer Säure ab. In derselben tritt in sehr bemerkenswerther Weise die Cyanwirkung zu Tage, und man thut gut, zur Erzielung der Silberwirkung dieses Präparat refracta dosi zu injiciren; bei Mäusen 0,00001 ^{grm} 3- bis 4mal am Tage.

Litteratur-Verzeichniss.

1. E. Pfuhl, Ueber die Desinfection der Typhus- und Choleraausleerungen mit Kalk. *Diese Zeitschrift.* Bd. VI. S. 97 ff.

2. C. Fränkel, Die Einwirkung der Kohlensäure auf die Lebensthätigkeit der Mikroorganismen. *Ebenda.* Bd. V. S. 332 ff.

3. Behring, Beiträge zur Aetiologie des Milzbrandes. *Ebenda.* Bd. VI. S. 117 ff.

4. Derselbe, Ueber Quecksilbersublimat in eiweisshaltigen Flüssigkeiten. *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde.* 1888. Nr. 1 u. 2.

5. A. Schmidt, Neue Untersuchungen über die Faserstoffgerinnung. Pflüger's *Archiv.* Bd. VI. S. 413 ff. und Bd. XI. S. 515 ff. — Derselbe, Bemerkungen zu Olof Hammarsten's Abhandl.: „Untersuchungen über die Faserstoffgerinnung". *Ebenda.* Bd. XIII. S. 146. — Vgl. Hammarsten, Ueber das Paraglobulin. *Ebenda.* Bd. XVII. S. 413 ff. — Derselbe, Ueber das Fibrinogen. Bd. XIX. S. 563 ff. und Bd. XXII. S. 431 ff. — Derselbe, Ueber den Faserstoff und seine Entstehung aus dem Fibrinogen. *Ebenda.* Bd. XXX. S. 437 ff. — Ferner A. Heynsius, Ueber die Eiweisskörper des Blutes. *Ebenda.* Bd. II. S. 1 ff. — Derselbe, Ueber die Eiweissverbindungen des Blutserums und des Hühnereiweiss. *Ebenda.* Bd. IX. S. 514 ff. — Derselbe, Ueber Serumalbumin und Eieralbumin u. s. w. *Ebenda.* Bd. XII. S. 549.

6. Th. Weyl, Ueber das Verhalten des Serumalbumins zu Säuren und Neutralsalzen. *Zeitschrift für phys. Chemie* (Hoppe-Seyler). 1885. Bd. IX. S. 310 ff.

7. Léon Frédéricq, Recherches sur les substances albuminoïdes du sérum sanguin. *Extrait des Archives de Biologie* (Brenden et Bambeke). 1880. Vol. I. S. 473.

Frédéricq acceptirt in dieser Arbeit den von Th. Weyl vorgeschlagenen Namen „Serumglobulin" an Stelle der Gleiches bezeichnenden Ausdrücke „fibrine dissoute" (Denis), „fibrinoplastische Substanz" (Alex. Schmidt), „Paraglobulin" (Kühne), „Serumcaseïn" (Panum) und „Alkalialbuminat" (Heynsius).

Ueber die quantitative Vertheilung des Paraglobulins in Blut und Blutserum ist besonders folgende Darstellung F.'s bemerkenswerth:

„Pour Hoppe-Seyler, Weyl, Hammarsten et plusieurs autres physiologistes, le sérum sanguin présenterait donc la constitution que Denis lui avait assigné. Il contiendrait deux substances albuminoïdes, une albumine (Sérine de Denis) et une globuline (Fibrine dissoute de Denis, paraglobuline). Jusque dans ce derniers temps, la première était considerée comme constituant la presque totalité des albuminoides du sérum, la paraglobuline n'en formant qu'une faible partie. Les recherches récentes de Hammarsten (Pflüger's *Archiv*, Bd. XVII u. XVIII) ont ébranlé complètement cette doctrine. Hammarsten a montré que le sérum du sang de cheval, celui de boeuf etc., peuvent fournir, quand on les traite par le sulfate de magnésie un poid de paraglobuline presque double de la quantité d'albumine qui reste en solution. Chez d'autres espèces animales, le lapin par exemple, le sérum contient, au contraire, fort peu de paraglobuline. Hammarsten s'est efforcé de prouver que la paraglobuline ainsi formée préexiste dans le sérum sanguin et que par conséquent ce que l'on a décrit jusqu'ici sous le nom d'albumine n'est en réalité qu'un mélange où la paraglobuline prédomine dans beaucoup de cas.

Comme on le verra plus loin, je suis arrivé aux mêmes conclusions par l'étude de la déviation que le sérum sanguin imprime au plan de la lumière polarisée, méthode purement physique qui ne peut être passible des reproches que l'on serait tenté d'adresser aux réactions chimiques utilisées par Hammarsten."

8. Denis (de Commercy), „Mémoire sur le sang, considerée quand il est fluide, pendant qu'il se coagule et lorsqu'il est coagulé suivi d'une notice sur l'application de la méthode d'expérimentation par les sels à l'étude des substances albuminoïdes." Paris 1859.

Dieses ebenso werthvolle, wie selten gewordene „Mémoire" verdanke ich Hrn. Weyl, durch welchen ich auch sonst viele schwer zugängliche Abhandlungen, namentlich die von Frédéricq, bekommen habe.

9. Behring, Ueber den antiseptischen Werth des Creolins und Bemerkungen über die Giftwirkung antiseptischer Mittel. *Deutsche milit.-ärztl. Zeitschr.* 1880. Nr. 10.

10. Derselbe, Beiträge zur Aetiologie des Milzbrandes. *Diese Zeitschrift.* 1889. Bd. VI. S. 120.

11. L. Lewin, *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie* 1889.

12. Oscar Löw und Thomas Bokorny, *Die chemische Kraftquelle im lebenden Protoplasma* u. s. w. München 1882.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Breslau.]

Zur Kenntniss der bacterienvernichtenden Eigenschaft des Blutes.

Von

Dr. med. **Franz Nissen**
in Breslau.

Als in den letzten Jahren die praktischen Erfolge auf dem Gebiete der Schutzimpfung ein eingehenderes Studium gerade dieser räthselhaften Verhältnisse zum Gegenstande der wissenschaftlichen Forschung machten, trat besonders die Frage in den Vordergrund, mit welchen Mitteln der immune oder durch Schutzimpfung immun gemachte thierische Organismus ausgestattet ist, um dem in ihn eindringenden Infectionserreger siegreich entgegenzutreten und durch Vernichtung der ersten — sei es auf natürlichem Wege oder durch das Experiment — eingeführten Keime die bis in das Unendliche gehende Vermehrung derselben und damit den Ausbruch einer Allgemeininfection zu verhüten.

Während nach der Phagocytenlehre Metschnikoff's Zellen die bacterienvernichtende Kraft des Organismus repräsentiren, wurde durch Untersuchungen aus Flügge's (1) und Baumgarten's (2) Laboratorien nachgewiesen, dass die Phagocyten nur im Stande sind, bereits degenerirte oder todte Milzbrandbacillen aufzunehmen, dass also die Phagocyten nicht als die vernichtenden Factoren, sondern nur als die Grabstätten der abgetödteten Bacillen aufzufassen sind.

So konnte Nutall (1) durch mikroskopische Untersuchung im hängenden Tropfen auf erwärmtem Objecttisch nachweisen, dass in Blut, Lymphe, auch in zellenfreien Körperflüssigkeiten, wie Humor aqueus — die letzten Versuche sind allerdings an Zahl sehr gering — die Milzbrandbacillen ohne Zuthun von Zellen einer vollkommenen Degeneration verfallen. Diese mikro-

skopisch zu beobachtende Degeneration entspricht dem wirklichen Tod, wie durch exacte Culturversuche mit Milzbrandbacillen und defibrinirtem Blut nachgewiesen wurde. Ferner zeigte Petruschky (3), dass, wenn Milzbrandbacillen entweder direct in den Rückenlymphsack des kalten Frosches injcirt oder in eine diffusible Membran eingeschlossen in den Lymphsack eingeführt wurden, die Degenerations- und Auflösungserscheinungen grösstentheils an den extracellulär gelegenen Bacillen sich vollzogen. Somit war durch diese Untersuchung die stärkste Stütze der Phagocytenlehre, welche gerade in dem Verhalten des Milzbrandbacillus zu dem Organismus des Frosches wurzeln sollte, gefallen.

Petruschky gelangte nun im Verlauf seiner Untersuchungen zu einer neuen Anschauung, auf welche im Folgenden näher eingegangen werden soll.

I.

Während der bei Zimmertemperatur gehaltene Frosch immun gegen Milzbrand ist, so dass die in das Unterhautzellgewebe oder in einen Lymphsack gebrachten Bacillen und Sporen, durch die Einwirkung der Lymphflüssigkeit abgetödtet, von den Leukocyten aufgenommen werden, und damit einer allgemeinen Infection vorgebeugt wird, geht in Temperaturen von 30 bis 35° C. die Immunität verloren; die in den Froschkörper eingeführten Sporen und Bacillen wachsen aus und rufen schliesslich das typische Krankheitsbild der allgemeinen Milzbrandinfection hervor.

An der Hand dieser Thatsache stellt Petruschky (3) zur Erklärung der feindlichen Eigenschaften mancher Körpersäfte dem Milzbrandbacillus gegenüber eine neue Theorie, die sogenannte Assimilationstheorie auf. Nach derselben sind die Körpersäfte und somit die Nährstoffe, welche der Frosch dem eindringenden Bacillus darbietet, bei Zimmertemperatur in einem Zustande, in welchem sie von den Bacillen nicht assimilirt werden können; die Folge der Unmöglichkeit, Nährstoffe in sich aufzunehmen, ist Inanition und Tod. Wird der Frosch aber erwärmt, so geht die eigenthümliche Eigenschaft der Nährstoffe verloren, der Bacillus kann assimiliren, sich vermehren und die allgemeine Milzbrandinfection des Frosches herbeiführen.

Der Tod des Milzbrandbacillus in dem kalten Froschkörper ist nach Petruschky mit den Absterbeerscheinungen, welche derselbe, ebenso wie andere pathogene Bacterien, in destillirtem Wasser nach Bräm's (3) Untersuchungen zeigt, zu vergleichen.

Erweitert man diese Anschauung, so ist der Grund des Absterbens anderer in den Organismus eingeführter oder ausserhalb des Organismus mit

den Körpersäften in Berührung gebrachter Bacterien ebenfalls in einer durch den Mangel geeigneter Nährstoffe bewirkten ungenügenden Ernährung zu suchen. Ist dieses in Wirklichkeit der Fall, so müssten die Körpersäfte, welche an und für sich gewisse Bacterien energisch abzutödten im Stande sind, z. B. Blut, durch Zusatz von geeigneten Nährlösungen denselben Bacterien nun einen günstigen Nährboden darbieten. Es müssten dann Bacterien, die eine ganz minimale Menge von Nährstoffen zu ihrer Existenz verlangen, in dem durch Zusatz minimaler Nährstoffmengen — welche wohl das Blut in seinem physiologischen Verhalten nicht bedeutend beeinflussen würden — veränderten Blute fortkommen, wenn sie auch von dem unveränderten Blute abgetödtet werden.

Unter natürlichen Verhältnissen sind es z. B. die sogenannten Wasserbacterien, welche in einem an Nährstoffen sehr armen Medium, wie dem Brunnenwasser, existiren und sich in kurzer Zeit bis in's Unendliche vermehren können; ja, einzelne von ihnen vermögen reinstes destillirtes Wasser innerhalb weniger Tage durch ihr lebhaftes Wachsthum zu trüben.

Gerade diese anspruchslose Art von Mikroorganismen schien daher besonders geeignet zu einer experimentellen, im Sinne unserer vorangegangenen Ueberlegung auszuführenden Prüfung der Assimilationstheorie.

Von den Wasserbacterien zeigte sich ein aus Brunnenwasser gezüchteter Coccus — der fernerhin als Coccus aquatilis bezeichnet werden möge — ganz besonders empfindlich gegen die Einwirkung von Blut. Die Ausführung der nun angestellten Versuche geschah folgendermassen.

Was zunächst die Methode der Blutgewinnung anbetrifft, so wurden aus der unter aseptischen Cautelen freigelegten und eröffneten Carotis eines Kaninchens oder Hundes etwa 5 bis 10 ^{ccm} Blut in einer 30 ^{ccm} fassenden, bei 38 ^{0} C. vorgewärmten Glasstopfenflasche, deren Boden in einer Höhe von ca. 5 ^{mm} mit sterilisirtem feinsten Kies bedeckt war, aufgefangen; nachdem die Flasche durch Aufsetzen des Glasstöpsels wieder verschlossen war, wurde 1 bis 2 Minuten kräftig geschüttelt, um eine vollständige Defibrinirung des Blutes herbeizuführen.

Von dem defibrinirten Blute wurden sofort Mengen von 8 oder 10 oder 12 Tropfen mittelst vorgewärmter sterilisirter Pipetten in vorgewärmte sterilisirte Reagensgläser gebracht, welche mit einem Wattepfropf verschlossen und später zum Schutze gegen Verdunstung mit Gummikappen überzogen wurden. Vor der Gewinnung des Blutes wurde eine Aufschwemmung des Coccus aquatilis in der Weise angelegt, dass kleine Mengen einer auf schräger Gelatine angelegten Cultur mit 5 bis 10 ^{ccm} sterilisirten destillirten Wassers mittelst eines Platindrahtes verrieben und, um eine möglichst gleichmässige Vertheilung der Keime in der Flüssigkeit hervorzubringen, kräftig durchgeschüttelt wurden. Von dieser Auf-

schwemmung wurden nun zur Darstellung der zwischen Coccus aquatilis und Blut herrschenden Beziehungen immer gleiche Mengen — gewöhnlich eine Platinöse voll — mit den in die Reagensgläser abgefüllten Blutproben sorgfältigst verrührt. Um die Zahl der ausgesäten Keime zu bestimmen, wurde die gleiche Menge der Aufschwemmung in 8 bis 10^{ccm} verflüssigte Nährgelatine gebracht und zu einer Platte in Petri'schen Schalen ausgegossen. Die Schalen wurden 1 bis 2 Tage im Wärmeschrank bei 22°C. gehalten und dann die Zahl der Colonieen mittelst einer quadrirten Glasplatte bestimmt. Da jede der ausgewachsenen Colonieen einem ausgesäten Coccus entsprach, so war natürlich durch die Zahl der Colonieen die Zahl der ausgesäten Keime bestimmt. Von derartigen Control- oder Aussaatplatten wurden gewöhnlich 2, 3, mitunter auch 4 angelegt.

Die geimpften Blutproben wurden im Thermostaten bei 35°C. gehalten, von Zeit zu Zeit einige — meistens je zwei — herausgenommen und nach Vermischung mit verflüssigter Nährgelatine zu Platten in Petri'schen Schalen ausgegossen. Die Zahl der noch wachsthumsfähig gebliebenen Kokken war wiederum durch die Zahl der nach 1 bis 2 Tagen ausgewachsenen Colonieen gegeben. Sämmtliche Platten wurden im Ganzen 4 bis 5 Tage bei 22°C. gehalten, um ein verspätetes Auswachsen von Colonieen controliren zu können.

Nachdem auf diese Weise durch zahlreiche Versuche (vgl. die in Tabelle I aufgeführten Beispiele) die vernichtende Kraft des Blutes gegenüber dem Coccus aquatilis erwiesen war, wurde das durch Zusatz von Nährflüssigkeiten veränderte Blut auf sein Verhalten zunächst gegen denselben Mikroorganismus geprüft.

Als Nährflüssigkeit diente erstens eine Salzlösung, welche aus 1 Theil schwefelsaurer Magnesia, aus 1 Theil Calciumchlorid und 1000 Theilen Leitungswasser bestand, und zweitens die zu bacteriologischen Zwecken gewöhnlich verwendete alkalische Bouillon. Beide Flüssigkeiten wurden natürlich nur in sterilisirtem Zustande benutzt. 7 Tropfen Blut mit 7 Tropfen Salzlösung, 7 Tropfen destillirtes Wasser mit 7 Tropfen Salzlösung und 7 Tropfen unvermischtes Blut wurden immer mit derselben Menge von Aufschwemmung des Coccus aquatilis geimpft.

Von der alkalischen Bouillon wurden 2 Tropfen mit je 7 Tropfen Blut und mit je 7 Tropfen destillirten Wassers gemischt, diese Gemische, sowie 7 Tropfen unvermischtes Blut mit der gleichen Zahl von Kokken beschickt. Das weitere Verfahren blieb dasselbe, wie oben.

Wie aus einer Betrachtung der Tabelle II hervorgeht, ist in dem Verhalten des Blutes gegen den Coccus aquatilis durch den Zusatz von Salzlösung oder Bouillon keine Veränderung eingetreten. Sowohl in unvermischten wie vermischten Blutproben sind nach einstündigem

Aufenthalte bei 35° von Tausenden eingesäter Keime nur noch wenige, vielleicht besonders widerstandsfähige, wiederzufinden. In der verdünnten Salzlösung hingegen hat entweder eine Erhaltung oder, was meistens der Fall gewesen, ein continuirliches Wachsthum der eingebrachten Keime stattgefunden. Warum in Versuch 1 (Tabelle II) die Zahl der Kokken — ganz im Widerspruch zu den anderen Versuchsresultaten — nach 20 Stunden auf 750 und 40 gesunken war, liess sich nicht aufklären.

Eigenthümlich erscheint das Verhalten des Coccus aquatilis in der stärker concentrirten Nährlösung, der verdünnten alkalischen Bouillon. Während im Versuch 5 die Zahl der eingebrachten Keime (∞) nach 5 Stunden noch vollkommen erhalten geblieben ist, sind nach 20 Stunden nur noch 500 resp. 550 übrig — ganz im Gegensatz zu dem Verhalten in der weit schwächer concentrirten Salzlösung.

Es kann aber eigentlich nicht Wunder nehmen, wenn ein Individuum, welches in einem sehr salzarmen Medium, wie dem Brunnenwasser, zu leben gewohnt ist, die Lebensbedingungen, welche eine concentrirtere Nährflüssigkeit ihm darbietet, nicht erträgt. Möglicher Weise sind es abnorme Verhältnisse der Osmose (Schrumpfungsvorgänge), welche ihm den Untergang bereiten.

Man könnte nun annehmen, dass der Coccus aquatilis deshalb im Blut abgetödtet wird, weil dasselbe ihm eine viel zu concentrirte Nährlösung bietet. Aber es giebt ein Mittel, welches das Blut, was die Concentration der in ihm enthaltenen Nährstoffe anbetrifft, nicht ändert, wohl aber seine bacterienvernichtende Kraft aufhebt. Setzt man nämlich das in Reagensgläsern zu 7 bis 10 Tropfen abgefüllte Blut — die Gläser, mit Wattepropfen verschlossen, werden, um ein Eintrocknen des Blutes zu verhindern, mit gut passenden Gummikappen bedeckt — während 20 bis 30 Minuten im Wasserbade einer Temperatur von 54 bis 58° C. aus und beschickt die Gläser, nachdem sie sich wieder auf Körpertemperatur abgekühlt haben, mit Coccus aquatilis, so werden die eingesäten Keime nicht mehr abgetödtet, sondern vermehren sich continuirlich von Stunde zu Stunde (vgl. Tabelle III).

Die Concentration der in dem Blut enthaltenen Nährstoffe ist es also nicht, welche den Coccus aquatilis vernichtet. Ebenso wenig ist es ein Mangel an Nährstoffen im Sinne der Assimilationstheorie; denn das Blut, welchem geeignete Nährlösungen zugesetzt werden, zeigten ein gleiches feindliches Verhalten gegen den Coccus aquatilis, wie das frische Blut.

Ausser dem bisher besprochenen Coccus wurde noch der Bacillus des Typhus abdominalis, der Cholera asiatica und des Milzbrandes in den Kreis dieser Untersuchungen gezogen. Die Methode blieb dieselbe.

Zur Herstellung einer Aufschwemmung von dem Bacillus Typhi abdominalis wurden minimale Mengen einer höchstens 4 bis 5 Tage alten, auf schräger Gelatine angelegten Typhuscultur mit 0·5procentiger Kochsalzlösung verrieben. Wie die Tabelle IV zeigt, sind die ausgesäten Typhusbacillen in den nach 2 und 5 Stunden aus dem Wärmeschrank genommenen Blutproben sowohl des unveränderten wie des mit Salzlösung oder Bouillon vermischten Blutes, bis auf wenige Exemplare vernichtet. Dass in dem Versuch 4 von den ca. 10,000 in das mit Bouillon versetzte Blut eingeführten Bacillen nach 5 Stunden keine Vernichtung zu constatiren ist (Differenzen zwischen 9000—13,500—18,000—15,000 sind unter natürliche Versuchsfehler zu rechnen), steht im Gegensatz zu der sonstigen Uebereinstimmung der sehr zahlreichen Versuche.

In dem erhitzten Blut lässt sich nach fünf Stunden schon eine sehr lebhafte Vermehrung constatiren (Tabelle V).

Der Bacillus des Typhus abdominalis ist in seinen Existenzansprüchen nicht so leicht zu befriedigen, wie der Coccus aquatilis, welcher sich Monate lang in reinem destillirten Wasser unverändert in seiner Individuenzahl erhalten kann; vielmehr stirbt er in nährstoffarmen Medien, wie in destillirtem Wasser oder in 0·5 procent. Kochsalzlösung in nicht zu langer Zeit ab. Würde nun auch das Absterben im Blute dem Erhungern in derartigen Medien entsprechen, so müsste die Zeitdauer, innerhalb welcher er in beiden zu Grunde geht ungefähr gleich sein, mindestens aber dürfte er im Blut nicht in kürzerer Zeit untergehen, als im destillirten Wasser. Aber dieses ist bei Weitem nicht der Fall (Tabelle VI). Während in 0·5 procent. Kochsalzlösung die Zahl der eingeführten Bacillen nach drei Stunden noch unverändert, im destillirten Wasser nur wenig vermindert ist, sind sie im Blut theils vollständig, theils bis auf wenige Exemplare vernichtet worden.

Das Blut — erhitzt ein guter Nährboden für den Typhusbacillus — tödtete denselben in frischem Zustande in kurzer Zeit ab, ohne diese Fähigkeit durch Zusatz geeigneter Nährlösungen zu verlieren.

Analoge Resultate liefern die auf dieselbe Art und Weise angestellten Versuche mit dem Bacillus der Cholera asiatica und des Milzbrandes (Tabelle VII).

Zur Herstellung der Aufschwemmung von Cholera asiatica wurden kleine Mengen einer höchstens 4 bis 5 Tage alten bei 35° auf schrägem Agar-Agar gezüchteten Cultur genommen. Zu den mit Milzbrand angestellten Versuchen wurden zwölf Stunden alte, in alkalischer Bouillon bei 35° gezüchtete virulente sporenfreie Culturen genommen.

Bei der Uebereinstimmung der an den vier Bacterienarten gewonnenen Resultate schien es unnötig, noch mehr durch das Blut in ihrem Wachs-

thum und ihrer Existenz gehinderte Mikroorganismen der gleichen Untersuchung zu unterwerfen. Die Resultate wären zweifelsohne dieselben gewesen. Aus den bisher angeführten Versuchsreihen lässt sich mit Sicherheit folgern, dass Nahrungsmangel nicht die Ursache für das im Blut eintretende Absterben mancher Bacterien ist, und dass in Folge dessen die von Petruschky als Erklärung für das bacterienfeindliche Verhalten mancher Körpersäfte aufgestellte Assimilationstheorie keine allgemeine Bedeutung hat.

II.

Die bacterienvernichtende Eigenschaft des Blutes, welche gegenüber dem Bacillus des Milzbrandes durch exacte Culturversuche Nuttall's (1) festgestellt worden war, wurde nun unter verschiedener Variirung der Versuchsanordnung bezüglich der Art und Menge der dem Blut zugesetzten Bacterien, der Zeitdauer und schliesslich unter Veränderung der physiologischen Verhältnisse des Blutes selbst untersucht, um durch eine möglichst grosse Reihe verschiedener Einzelbeobachtungen dem wahren Wesen der mit der Immunität sicherlich in engem Zusammenhang stehenden Eigenschaft des thierischen Organismus näher zu kommen.

Von den in den Kreis unserer Untersuchung (Tabelle VIII) gezogenen pathogenen Bacterien sind es der Bacillus der Cholera asiatica, des Milzbrandes, des Typhus abdominalis und der Pneumonia (Friedländer), welche von dem Blut mehr oder weniger energisch vernichtet werden, während der Staphylococcus pyogenes aureus und albus, Streptococcus erisypelatos, die Bacillen der Hühnercholera und des Schweinerothlaufs, der Proteus hominis keine oder nur eine unerhebliche Abnahme ihrer Individuenzahl im Blut erfahren, meistens aber nach mehrstündigem Aufenthalt — wie es scheint, nach einer gewissen Wachsthumshemmung — sich zu vermehren anfangen.

Von den saprophytischen Spaltpilzen ist es besonders der schon vielfach erwähnte Coccus aquatilis, der Bacillus acidi lactici (Hueppe), subtilis, megaterium, welche eine empfindliche Wachsthumshemmung und Abtödtung durch das Blut erfahren, während Proteus vulgaris, Bacillus fluorescens liquefaciens, Bacillus aquatilis (ein aus dem Brunnenwasser gezüchteter Bacillus), B. prodigiosus ohne oder mit geringer Entwickelungshemmung im Blut sich bald bis in's Unendliche vermehren.

Die Zeit, innerhalb welcher die in das Blut hineingebrachten Bacterien die möglichst vollständige Abtödtung erfahren, ist je nach der Art des Bacteriums sehr verschieden. Während man z. B. in den nach einer Stunde aus dem Thermostaten genommenen Blutproben von dem Coccus

aquatilis oder dem Bacillis Cholerae asiaticae nur noch wenige oder gar kein einziges Individuum mittelst der Plattenmethode findet, sind von 460 resp. 300 in das Blut desselben Versuchsthieres geimpften Bacillen der Pneumonie noch 250 resp. 300 übrig. Nach 20stündigem Aufenthalt bei 35° C. ist die Zahl der im Blut vorhandenen Bacterien — selbst bei verschiedenen Versuchen mit derselben Bacterienart — sehr veränderlich. Bald ist kein einziges Exemplar mehr vorhanden, bald nur einige wenige, bald ist die Zahl der übrig gebliebenen gleich der der ausgesäten, bald so gross, dass die auf den Platten gewachsenen Colonieen für das blosse Auge nicht mehr zählbar sind, ein Verhältniss, welches in den Tabellen mit dem Zeichen ∞ angedeutet ist.

Durch mehrstündiges Stehen verliert das Blut seine bacterienvernichtende Kraft, so dass die jetzt mit demselben zusammengebrachten Bacterien, welche von dem frischen Blut abgetödtet werden, lebhaft wie auf einem günstigen Nährboden zu wuchern anfangen. Sind nun von den in das frische Blut geimpften Keimen nach mehreren Stunden noch einige erhalten geblieben — sei es, dass sie in Folge einer individuellen höheren Widerstandsfähigkeit der zerstörenden Kraft des Blutes getrotzt haben, oder sei es, dass sie durch einen Zufall nicht mit dem frischen, sondern erst mit dem gestandenen Blut in Berührung gekommen sind (so vielleicht, dass durch unvorsichtiges Verfahren beim Impfen bei dem Herabführen der Platinöse in dem Reagensglase ein Theil der Aufschwemmung an der Wand des Glases über dem Niveau des Blutes hängen blieb und nach mehreren Stunden durch eine zufällige stärkere Bewegung von dem Blut aufgenommen wurde), — so werden diese in dem zu einem günstigen Nährboden umgestalteten Blute die Urheber einer lebhaften Vermehrung werden.

Auf diese Weise ist die Unregelmässigkeit in der Zahl der einer 20stündigen Wirkung des Blutes ausgesetzten Bacterien derselben Art zu erklären.

Der Zeitraum, innerhalb dessen das frische Blut (verschiedener Versuchsthiere) die Bacterien einer bestimmten Art mit möglichster Vollständigkeit abgetödtet hat, schwankt innerhalb kleiner Grenzen (Tabelle IX). Von dem gegen die Einwirkung von Blut höchst empfindlichen Coccus aquatilis sind in einem Versuch von 2180 resp. 1450 Individuen nach fünf Minuten nur noch 65 übrig, während in einem anderen Versuch von 10,000 resp. 11,250 — die Unterschiede zwischen 2180 resp. 1450 und 10,000 resp. 11,250 sind, wie weiter unten gezeigt werden wird, absolut unwesentlich — nach fünf Minuten noch 980 übrig sind und erst nach zehn Minuten die Zahl auf 25 gesunken ist. In den meisten Versuchen liegt der Zeitpunkt der maximalen Vernichtung zwischen 5 und 10 Min.

Der Bacillus Cholerae asiaticae unterliegt nicht so schnell der vernichtenden Kraft des Blutes. Bei einzelnen Versuchen ist allerdings schon nach zehn Minuten eine beinahe vollständige Abtödtung der eingebrachten Bacillen zu finden, meistens aber liegt der Höhepunkt der Vernichtung zwischen 20 und 40 Minuten.

Die Bacillen des Milzbrandes sind oft schon nach 10 bis 20 Min. vollständig vernichtet.

Bei dem Bacillus des Typhus abdominalis tritt die vollständige Vernichtung meistens erst nach zweistündiger Einwirkung des Blutes ein.

Dabei ist es gleichgültig, ob die Aussaat aus 50 oder 100 oder 1000 oder 10,000 oder 100,000 besteht; erst bei sehr grossen Mengen tritt ein Nachlassen der vernichtenden Kraft des Blutes ein. Es ist natürlicher Weise sehr schwer, die Grenze zu finden, bei welcher die Vernichtung eine weniger vollständige wird; einige Anhaltspunkte in dieser Beziehung giebt die Tabelle X.

Das Blut wurde bei diesen Versuchen tropfenweise mit trüben Aufschwemmungen geimpft. Die in einem Tropfen der Aufschwemmung enthaltene Zahl der Keime wurde durch Zählung der in einem bestimmten Theil einer aus einem Tropfen der Aufschwemmung hergestellten Verdünnung befindlichen Keime bestimmt.

Von 3,600,000 Coccus aquatilis finden sich in den nach einer Stunde dem Brütofen entnommenen Blutproben nur noch 45 resp. 39 Individuen. Bei einer Aussaat von 11,000,000 hingegen sind nach einer Stunde noch 100,000 resp. 150,000 vorhanden, welche dann nicht weiter vernichtet werden, sondern sich in der Folge vermehren.

Von dem Bacillus Cholerae asiaticae werden 1,200,000 nicht mehr mit Sicherheit vernichtet; so sind in dem einen Versuch nach einer Stunde noch 2000 resp. 1100 übrig, nach fünf Stunden ist ihre Zahl noch weiter gestiegen, in einem anderen (mit dem Blut eines anderen Kaninchens angestellten) Versuch sind nach einer Stunde nur noch 8 resp. 10, nach fünf Stunden 3 resp. 25 übrig.

Dem Bacillus des Typhus abdominalis gegenüber zeigt sich das Blut weit weniger energisch, als gegenüber den beiden vorgenannten Bacterien.

Wie aus den Versuchen zu ersehen ist, giebt es einen maximalen Zusatz von Bacterien, über den hinaus die Abtödtung eine unvollkommene wird; je weiter diese Grenze überschritten wird, desto grösser ist die Zahl der übrig bleibenden Keime und desto mächtiger ihre Vermehrung in dem nun erschöpften Blute.

Der nach ganz kurzer (5, 10 und 20 Minuten langer) Einwirkung des frischen Blutes eintretende Tod mancher Bacterien liefert einen ferneren Beweis für die Unwahrscheinlichkeit der oben besprochenen Assi-

milationstheorie, da innerhalb so kurzer Zeiträume der Tod durch Nahrungsmangel, wie Züchtungsversuche in nährstoffarmen und nährstofffreien Lösungen ergeben, nicht eintreten kann.

Ebenso sehr sprechen unsere Versuche gegen die Metschnikoff'sche Phagocytenlehre, da die Leukocyten nicht im Stande sind, in wenigen Minuten so zahlreiche Bacterien in sich aufzunehmen.

III.

Die durch eine sehr grosse Einsaat von Bacterien hervorgerufene Erschöpfung der vernichtenden Kraft des frischen defibrinirten Blutes giebt uns ein Mittel in die Hand, diese antibacterielle Eigenschaft auch am lebenden circulirenden Blut zu prüfen. Ueberschwemmt man das circulirende Blut mit grossen Mengen von Keimen, und zeigen die nach einiger Zeit entnommenen und defibrinirten Blutproben eine Abschwächung oder Aufhebung ihrer antibacteriellen Eigenschaft, so ist diese Veränderung des Blutes — vorausgesetzt, dass nicht die mit den Keimen zugleich in die Blutbahn eingeführten chemischen Substanzen diese Wirkung hervorgerufen haben — mit Wahrscheinlichkeit auf die vorhergegangene erschöpfende Abtödtung zahlreicher Keime zurückzuführen.

Wyssokowitsch (4) fand, dass die in die Blutcirculation eines Meerschweinchens, Hundes oder Kaninchens eingeführten Keime sehr verschiedener Bacterienarten (die injicirte Menge schwankt etwa zwischen 10 und 100 Millionen) nach Minuten oder höchstens, was aber viel seltener der Fall ist, nach wenigen Stunden aus dem Blut vollständig verschwinden und sich in Leber, Milz, Knochenmark und Nieren ansiedeln; je grösser die Zahl der injicirten Keime war, desto längere Zeit nach der Injection konnte man sie noch im Blut nachweisen.

Sollte nun eine grosse Zahl von Keimen längere Zeit der Einwirkung des circulirenden Blutes ausgesetzt werden, so mussten vor Allem weit grössere Mengen, als in den Versuchen von Wyssokowitsch genommen werden.

Unter den in ihren Beziehungen zum frischen, dem Körper entnommenen Blut untersuchten Bacterien erschienen der Coccus aquatilis und der Bacillus Cholerae asiaticae wegen ihrer grossen Empfindlichkeit und kurzen Abtödtungsdauer für die Injectionsversuche besonders geeignet.

Die Ausführung der Versuche geschah in der Weise, dass zunächst aus Reinculturen dieser beiden Spaltpilze mittelst sterilisirter 0·5procentiger Kochsalzlösung concentrirte Aufschwemmungen hergestellt wurden. Die Culturen von Coccus aquatilis waren höchstens zwei bis drei Tage alt und in weiten und engen Probirröhrchen auf schräger Gelatine bei

22° C. gezüchtet. Die Culturen von Cholera asiatica waren höchstens einen Tag alt und bei 35° C. auf schräger Agar-Gelatine gezüchtet. Da die zur Abimpfung benutzte Cultur schon mehrere Jahre hindurch fortgezüchtet war und die Züchtungsdauer der frischen Cultur sich höchstens auf einen Tag erstreckte, so war eine stärkere Ptomainentwickelung nicht anzunehmen. Die Aufschwemmungen wurden nun mit feinstem sterilisirtem Kies auf das Sorgfältigste durchgeschüttelt, um die zu kleinen Complexen vereinigten Bacterien möglichst zu isoliren, durch ein ausgeglühtes feinstes Drahtnetz in eine mittelst Sublimat, Alkohol und sterilen Wassers sterilisirte Bürette filtrirt und in Quantitäten von 10 bis 30 ccm in die unter aseptischen Cautelen freigelegte Vena jugularis mehr oder weniger schnell injicirt. Die Zahl der injicirten Keime belief sich meistentheils auf einige Billionen. Nach verschiedenen Zeiträumen wurde Blut der Carotis entnommen und defibrinirt (s. o.). Ein Tropfen des defibrinirten Blutes wurde zu 8 bis 10 ccm verflüssigter Gelatine gesetzt und zu einer Platte ausgegossen, um die in ihm enthaltenen Keime zu bestimmen. Gewöhnlich wurden 2 bis 3 Platten angelegt. Je 10 Tropfen Blut wurden dann theils ungeimpft, theils mit Aufschwemmungen von Coccus aquatilis, Cholera asiatica, einmal auch Typhus abdominalis geimpft und in den 35° C. warmen Brütofen gesetzt; nach verschiedenen Zeiträumen wurde mittelst der Plattenmethode die Zahl und Art der vorhandenen Bacterien festgestellt.

In dem Versuch II der mit Coccus aquatilis angestellten Injectionen (Tabelle XI. A) war die Menge der eingeführten Kokken („weit weniger trübe Aufschwemmung") zu gering, um eine bedeutendere Verlangsamung der Ablagerung in den inneren Organen herbeizuführen. Schon 10 Minuten nach dem Ende der Injection waren in je 10 Tropfen defibrinirten Blutes nur noch 50, weitere 10 Minuten später 10 Kokken vorhanden und 40 Minuten nach der Injection war im Blut kein einziger Coccus mehr nachzuweisen. Das Blut dieses Versuches zeigte sich in seiner bacterienvernichtenden Eigenschaft nicht geschwächt.

In Versuch I hingegen, bei welchem die Zahl der Kokken in den nach 5 und 10 Minuten entnommenen Blutproben bei weitem grösser war (nach 5 Minuten in je 10 Tropfen 80,000, nach 10 Minuten 40,000 Kokken), zeigte das Blut eine entschiedene Abschwächung seiner bacterienvernichtenden Kraft. In diesem Blut, welchem etwa 25,000 Kokken noch als Aussaat zugesetzt wurden — es waren mithin 105,000 resp. 65,000 im Ganzen in je 10 Tropfen vorhanden, eine Summe, welche von dem normalen defibrinirten Blut innerhalb 5 bis 10 Minuten bis zur Vollständigkeit vernichtet wird — fanden sich nach einer Stunde noch 15,000—18,000—27,000 resp. 9000 bis 10,000. Auch nach 4 Stunden war keine weitere Abnahme zu constatiren.

Eigenthümlich war das Verhalten der diesem Blut zugesetzten 10,000 Bacillen der Cholera asiatica und 5000 des Typhus abdominalis. Die Bacillen der Cholera asiatica wurden vollständig vernichtet, während die Kokken sich in ähnlicher Zahl, in welcher sie von vornherein im Blut vorhanden waren, erhielten. Von den Typhusbacillen blieb nur ein ganz geringer Rest übrig.

In Versuch IV, bei dem die Injection langsam vorgenommen wurde, sind die Resultate mutatis mutandis dieselben. Auffallend ist auch hier das Verhalten der Cholerabacillen gegenüber den Kokken. Trotzdem die Platten 5 Tage lang bei 22° C. gehalten wurden, kam dennoch keine einzige Choleracolonie zum Auswachsen. Zur Erklärung dieser Thatsache wären zwei Möglichkeiten in Erwägung zu ziehen.

Einmal konnte es die Eigenschaft auch des normalen, nicht durch Kokkeninjection veränderten Blutes sein, von den in ihm neben einander vorhandenen Kokken und Cholerabacillen nur die letzteren zu vernichten, zweitens liessen vielleicht die Kokken die Cholerakeime auf den Gelatineplatten nicht zur Entwickelung kommen.

Beide Möglichkeiten sind auszuschliessen; denn das normale defibrinirte Blut, welchem zu je 10 Tropfen 11,000 Cholerabacillen und 4500 Kokken zugesetzt wurden, tödtete beide innerhalb 10 Minuten ab; andererseits erscheinen Kokken und Cholerabacillen, in bestimmten Mengen verflüssigter Gelatine zugesetzt, auf den Platten genau in derselben Zahl wieder (mehrere Versuche).

Daraus folgt, dass die Erhaltung der Kokken in der Eigenthümlichkeit des durch Kokkeninjection veränderten Blutes begründet liegt.

Aus den mit dem Bacillus Cholerae asiaticae vorgenommenen Injectionsversuchen geht ebenfalls hervor, dass durch Ueberschwemmung des Blutes mit einer derartigen Unzahl von Keimen eine entschiedene Abschwächung der Bacterienvernichtung eintritt.

Die Beziehungen, welche in dem durch Coccusinjection veränderten Blut zwischen Coccus aquatilis und Bacillus Cholerae asiaticae stattfinden, wiederholen sich auch hier; aber natürlich im umgekehrten Sinn; es scheint, als ob das Blut nach der Cholerainjection sich energischer gegen den Coccus aquatilis, als gegen den in ihm noch vorhandenen Cholerabacillus verhielte. Jedoch bedürfen diese interessanten Verhältnisse noch einer genaueren Untersuchung.

Es wird also durch die Einführung sehr grosser Mengen von Bacterien in der Form von Aufschwemmungen in die Blutbahn eine entschiedene Abschwächung der bacterienvernichtenden Kraft des Blutes herbeigeführt.

Dieser Thatsache können zwei verschiedene Ursachen zu Grunde liegen. Entweder ist — analog den ausserhalb der Circulation gewonnenen

Resultaten — die vorhergegangene Abtödtung zahlloser Keime das wesentliche; oder es kommt die Wirkung chemischer mit der Bacterienaufschwemmung in die Blutbahn eingeführter Stoffe in Betracht, welche die bacterienvernichtende Kraft abschwächen. Zur Entscheidung dieser Frage wurden Injectionsversuche mit Aufschwemmungen von Cholera asiatica angestellt, welche durch Filtration von allen Bacterien befreit worden waren.

Versuch.

Eine Aufschwemmung von 3 grossen, 12 kleinen 40 Stunden alten schrägen Agar-Gelatineflächen von Cholera asiatica in 200 ccm physiologischer Kochsalzlösung, der etwa 5 ccm der gewöhnlichen alkalischen Bouillon zugesetzt waren, wurde in ein Chamberland-Filter gebracht und unter Druck filtrirt. Die ersten 100 ccm, welche in ca. 10 Minuten filtrirt wurden, kamen nicht in Gebrauch, da die Filter im Anfang bekanntlich einen grossen Theil der gelösten festen Bestandtheile zurückhalten; die folgenden 20 ccm wurden dem Kaninchen A innerhalb 4 Minuten in die Vena jugularis, die darauf filtrirten 40 ccm dem Kaninchen B innerhalb 5 Minuten gleichfalls intravenös injicirt. 20 Minuten nach Beendigung der Injection — an den Versuchsthieren wurden während dieser Zeit keinerlei abnorme Erscheinungen wahrgenommen, ausser einer anfänglichen Steigerung der Pulsfrequenz, welche aber nach einigen Minuten schwand — wurde aus der frei gelegten Carotis Blut entnommen, defibrinirt und auf die gewöhnliche Art mit dem Coccus aquatilis, Bacillus Cholerae asiaticae und Typhi abdominalis beschickt.

Tabelle XI a.

A. Gerinnungszeit: 4 Minuten.

Zahl der Colonieen nach	Coccus aquatilis	Cholera asiatica	Typhus abdominalis
Aussaat:	15000	20000	6500
15 Minuten	6—4	—	—
40 „	—	10—28	—
60 „	0—0	12	—
2 Stunden	—	6—18	3—150
5 „	—	—	0—0

B. Gerinnungszeit: 5 Minuten.

Aussaat:	15000	45000	10000
20 Minuten	0-0	—	—
40 „	0—0	9—5	—
4 Stunden	—	0—0	0—0 0—0

Das Kaninchen A starb 5 Stunden nach dem Versuch, B zeigte verminderte Fresslust, erholte sich aber am anderen Tage und lebt noch (3 Wochen nach dem Versuch). Wie aus der beigefügten Tabelle zu ersehen ist, zeigt das Blut beider Kaninchen sowohl in Bezug auf seine Gerinnungszeit wie seine bacterienvernichtende Eigenschaft dasselbe Verhalten, wie normales Blut.

Es ist also die Verminderung der bacterientödtenden Kraft des Blutes bei den Injectionsversuchen nicht durch die mit den Bacterien in's Blut eingeführten chemischen Substanzen, sondern wohl nur durch eine Erschöpfung des Blutes in Folge der Vernichtung zahlreicher Keime zu erklären.

Einer interessanten Thatsache, welche im Zusammenhang mit Versuch IV (Tabelle XI. A) weiter unten näher erörtert werden wird, soll hier noch gedacht werden. Fast bei allen nach den Bacterieninjectionen entnommenen Blutproben wurde eine mehr oder weniger bedeutende Verlangsamung der Gerinnung beobachtet. Mitunter trat überhaupt keine feste Gerinnung des Blutes ein, sondern nur die Bildung eines contractionsunfähigen, durch Schütteln leicht zerfallenden Coagulums. Die gleiche Erscheinung bot das bacillenreiche Blut eines mit Milzbrand geimpften Kaninchens etwa 10 Minuten vor dem Tode dar.

IV.

Das ausserhalb des Körpers auf seine bacterienvernichtende Eigenschaft untersuchte Blut wurde bisher immer defibrinirt. Es schien nun wichtig zu prüfen, welche Wirkung eine Ausschliessung der Gerinnung auf diese Eigenschaft ausübt. Von den Agentien, welche das Blut ungerinnbar zu machen im Stande sind, verändern die einen, in die Blutcirculation eingeführt, das noch in den Gefässen befindliche Blut derartig, dass es aus der Ader gelassen ungeronnen bleibt, während die anderen, erst wenn sie dem der Ader entquellenden Blut zugesetzt werden, dessen Gerinnung verhüten. Von diesen beiden Arten von Mitteln wurde für die folgenden Untersuchungen die intravenöse Peptoninjection und die Vermischung des ausströmenden Blutes mit SO_4Mg-Lösung gewählt.

Nach dem Vorgange von Schmidt-Mühlheim (5) und Fano (6) wurde einem nüchternen Hunde soviel von einer fünfprocentigen Peptonlösung in die Vena jugularis injicirt, dass auf je 1 kgrm Körpergewicht 0,3 grm Pepton kam (die injicirten Flüssigkeitsmengen waren demnach bei den drei Versuchsthieren 28, 36, 45 ccm). Die Injection wurde in einem Zuge innerhalb 1 bis 2 Minuten ausgeführt. Das Peptonpräparat wurde von Grübler in Leipzig bezogen (reines Pepton Nr. I). Es löst sich in heissem Wasser nicht vollständig; beim Filtriren bleibt auf dem Filter

ein feinflockiger Rückstand zurück. 5 bis 10 Minuten nach dem Ende der Injection wurde Blut unter aseptischen Cautelen aus der Carotis entnommen (Peptonblut). Die dunkelrothe Farbe desselben schwand, sobald es bei dem tropfenweisen Abfüllen in die Probirröhrchen in innige Berührung mit der atmosphärischen Luft kam. Das Blut blieb 36 bis 48 Stunden vollständig ungeronnen; dann zeigten sich einige wenige lockere blutige Gerinnsel. — Zur Herstellung der zweiten Art ungerinnbaren Blutes wurde das der Carotis entströmende Blut eines Kaninchens oder Hundes in einer 25procentigen Lösung von SO_4Mg aufgefangen. Das Gemisch wurde so bereitet, dass immer 3 Theile Blut auf 1 Theil Salzlösung kamen (SO_4Mg-Blut). Zugleich wurde schon defibrinirtes Blut desselben Versuchsthieres mit 25procentiger SO_4Mg-Lösung gleichfalls im Verhältniss von 3 : 1 versetzt (defibrinirtes SO_4Mg-Blut).

Je zehn Tropfen dieser verschiedenen Blutsorten, mitunter auch noch frisches defibrinirtes Blut, wurden nun mit Aufschwemmungen von Coccus aquatilis, Bacillus Cholerae asiatica, typhi abdominalis, pneumoniae (Friedländer) geimpft und auf die bekannte Art nach verschieden langem Aufenthalt bei 35° C. die Zahl der noch vorhandenen Keime bestimmt.

Das Peptonblut tödtet, wie die Tabelle XII A lehrt, den Coccus und die Bacillen der Cholera asiatica und des Typhus abdominalis, wenn man mit dem Zusatz nicht über die maximale Grenze hinausgeht, mit Sicherheit mehr oder weniger vollständig ab, auf den Bacillus der Pneumonie wirkt es aber nicht so energisch, wie defibrinirtes Kaninchenblut.

Ganz anders ist das Verhalten des SO_4Mg-Blutes und des defibrinirten SO_4Mg-Blutes (Tabelle XII B). Besonders das letztere hat durch den Zusatz des Salzes seine bacterienvernichtende Eigenschaft vollkommen eingebüsst (Versuch 2, 3 und 4). Bei dem SO_4Mg-Blut ist eine starke Abschwächung oder Aufhebung dieser Kraft, wenn auch nicht in allen, so doch in den meisten Versuchen eingetreten. Der Bacillus des Typhus und der Pneumonie ist zwar in allen Blutproben erhalten geblieben oder hat sich bald zu vermehren angefangen, aber der bei Weitem empfindlichere Coccus aquatilis und Bacillus der Cholera asiatica sind in einzelnen Versuchen vernichtet worden. Das bei Versuch 3 verwendete Blut gehörte ausnahmsweise einem nicht ganz normalen Kaninchen an; dasselbe hatte seit fünf Monaten am Ohr einen chronischen verkalkenden, im Anschluss an eine Impfung mit Eiterung erregenden Bacterien entstandenen Abscess. Das Blut dieses Tieres vernichtete trotz des Zusatzes von SO_4Mg sehr energisch den Coccus aquatilis, Bacillus des Typhus und der Cholera, nicht aber den der Pneumonie.

Durch den Zusatz des die Gerinnung aufhebenden SO_4Mg verliert sowohl das frisch der Ader entströmende, als auch ganz besonders das defibrinirte Blut seine bacterienvernichtende Eigenschaft.

Wie ist nun aber der Unterschied zwischen Peptonblut und SO_4Mg-Blut gerade bezüglich dieser Fähigkeit zu erklären?

Zu diesem Zwecke bedarf es einer kurzen Wiedergabe der heute über den Gerinnungsvorgang herrschenden Anschauung.

Die Blutgerinnung oder besser die Fibrinbildung kommt nach A. Schmidt durch die Verbindung zweier Eiweissstoffe, der fibrinogenen und fibrinoplastischen Substanz unter Einwirkung eines Fermentes, des Fibrinfermentes, zu Stande; diese drei Substanzen entstehen selbst aus dem der Gerinnung unmittelbar vorangehenden Zerfall von Leukocyten. Obgleich nun auch innerhalb des circulirenden Blutes beständig Leukocyten zerfallen, so findet dennoch in Folge einer dem Organismus eigenthümlichen compensatorischen Kraft eine Anhäufung der Zerfallsproducte und eine intravasculäre Gerinnung nicht statt. Sobald aber das Blut den Körper verlassen hat und diese Hemmung in Wegfall gekommen ist, tritt die Gerinnung ein.

Der Zerfall der Leukocyten ist die Aeusserung einer dem Plasma des Blutes eigenthümlichen, Leukocyten zerlegenden Eigenschaft, wie die Versuche mit Leukocyten und bei 0° C. filtrirtem Pferdeblutplasma zeigen. Wenn nun in der Wechselwirkung zwischen Plasma und Leukocyten eine Störung eingetreten ist der Art, dass entweder das Plasma die Leukocyten zerlegende Kraft verloren hat oder die Leukocyten durch eine grössere Widerstandsfähigkeit der Vernichtung durch das Plasma trotzen, so wird natürlich die Gerinnung des Blutes ausserhalb des Körpers nicht eintreten können.

Betrachtet man von diesem Gesichtspunkt aus die Ungerinnbarkeit des Peptonblutes und des SO_4Mg-Blutes, so zeigt sich, dass in dem Peptonblut die Leukocyten eine Veränderung erfahren haben, welche sie dem Plasma gegenüber widerstandsfähiger macht (7), während in dem SO_4Mg-Blut das Salz die Leukocyten zerlegende Fähigkeit des Plasma aufgehoben hat. Bei Zusatz von Leukocyten aus Lymphdrüsen gerinnt das Peptonplasma, das SO_4Mg-Plasma bleibt ungeronnen — jenes hat seine Eigenschaft beibehalten, dieses hat sie verloren.

Vergleicht man die Beziehungen, welche einerseits zwischen Peptonplasma, SO_4Mg-Plasma und Leukocyten, andererseits zwischen Peptonblut, SO_4Mg-Blut und Bacterien bestehen, so ergiebt sich folgende Analogie:

Peptonplasma vernichtet Leukocyten,
Peptonblut vernichtet Bacterien
und

SO_4Mg-Plasma vernichtet nicht Leukocyten,
SO_4Mg-Blut vernichtet nicht Bacterien.

Erscheint es nach der Analogie der Beziehungen, welche zwischen Leukocyten, Bacterien und Blut herrschen, nicht wahrscheinlich, dass es ein und dieselbe dem Blutplasma angehörende Kraft ist, welche sowohl Leukocyten wie Bacterien vernichtet?

Dann ist aber die verschiedene Wirkung von Peptonblut und SO_4Mg-Blut auf Bacterien leicht zu verstehen, wenn man sich nur an das Verhalten ihrer Plasmata zu Leukocyten erinnert.

Eine fernere Aehnlichkeit in den Wechselbeziehungen zwischen Blut, Leukocyten und Bacterien zeigt sich auch bei den im vorigen Abschnitt behandelten Injectionsversuchen.

Groth (8) stellte fest, dass, wenn man einem Thier Leukocyten von Lymphdrüsen, Eiter, Höhlenflüssigkeiten in die Vena jugularis injicirt, nicht nur der bei Weitem grösste Theil der fremden Leukocyten, sondern auch ein grosser Theil der eigenen weissen Blutkörperchen während und unmittelbar nach der Injection im Blut untergeht. Dadurch kommt es natürlicher Weise zu einer plötzlichen und starken Anhäufung der die Fibrinbildung bewirkenden Substanzen und es tritt, wenn die gerinnungshemmende Kraft des Organismus nicht ausreicht, sofortige Gerinnung des Blutes innerhalb des Herzens und der Gefässe ein. Führt man aber eine geringere Zahl von Leukocyten in die Blutbahn ein, so dass nicht der Tod des Versuchsthieres eintritt, so zeigt das Blut, welches am Anfange der Injection entnommen wird, in Folge der plötzlichen massenhaften Anhäufung von Fibringeneratoren und Fibrinferment eine ungemeine Verkürzung der Gerinnungszeit, das gegen Ende oder nach der Injection entnommene Blut aber — in welchem durch die gerinnungshemmenden Einflüsse des Organismus die plötzlich entstandenen Gerinnung erzeugenden Substanzen bereits unschädlich gemacht worden sind — eine Verlangsamung der Gerinnungszeit, ja sogar vollkommene Ungerinnbarkeit. Selbst ein Zusatz von frischen Leukocyten, durch welchen die Gerinnung des gesunden Blutes in hohem Grade befördert wird, hat nicht den mindesten Erfolg. Das Plasma dieses Blutes, offenbar erschöpft durch die Spaltung der plötzlich in die Blutcirculation gebrachten Leukocyten, ist nicht mehr im Stande, die noch vorhandenen oder zugesetzten zu vernichten.

Bei unseren Injectionsversuchen wurden ähnliche Beobachtungen gemacht. In Versuch III (Tabelle XI. A) trat kurz nach der Injection einer sehr concentrirten Kokkenaufschwemmung sofortiger Tod des Versuchsthieres ein. Die Section ergiebt denselben pathologisch-anatomischen Befund, wie ihn Groth beschreibt. In den übrigen Versuchen zeigt das

Blut eine mehr oder weniger herabgesetzte Gerinnungstendenz, zugleich mit einer entschiedenen Herabsetzung seiner bacterienvernichtenden Kraft.

Noch in einem dritten Punkte zeigen Leukocyten und Bacterien ein ähnliches Verhalten zu Blut. Sowohl Leukocyten, wie Mikroorganismen, Schimmel-, Spross- und Spaltpilze sind, wie Grohmann (9) gezeigt hat, im Stande, die Gerinnung des bei 0° C. filtrirten Pferdeblutplasma, welches an und für sich sehr langsam gerinnt, durch Entwickelung von Fibrinferment in verschiedenem Grade zu beschleunigen. Ob hierbei eine Vernichtung der Pilze durch das Plasma stattfindet, darüber konnte Grohmann nur einige vorläufige, nicht entscheidende Versuche anstellen.

V.

Da unsere bisherigen Resultate uns mit Nothwendigkeit auf die Untersuchung des Blutplasmas leiteten, wurden nach dieser Richtung hin einige Versuche unternommen; dieselben wurden im landwirthschaftlichen Institut im Laboratorium des Herrn Professor Dr. Metzdorf, welchem ich an dieser Stelle meinen Dank für die liebenswürdige Unterstützung, die er mir zu Theil werden liess, ausspreche, ausgeführt.

Das unter aseptischen Cautelen durch Aderlass an der vena jugularis des Pferdes in eiskalten Reagenzgläsern aufgefangene Blnt wurde in einer Temperatur von 0° (in schmelzendem Eis) gehalten. Nach etwa einer Stunde hatten sich zwei Schichten gebildet, eine untere, die rothen Blutkörperchen enthaltende, und eine obere, trübe, gelbliche Schicht, welche fasst nur weisse und sehr wenig rothe Körperchen enthielt. Die obere Schicht wurde nun vorsichtig abpipettirt und durch eine zwei- bis dreifache Lage gewöhnlichen Filtrirpapiers, dessen Trichter von schmelzendem Eis umgeben war, filtrirt.

Das Plasma geht gewöhnlich nach den ersten Tropfen klar hindurch, hat eine citronengelbe Farbe und ist, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, vollständig körperchenfrei. Selbstverständlich wurden alle Manipulationen mit der strengsten Asepsis vorgenommen.

Das Plasma wurde in derselben Weise, wie das Blut (s. o.), auf seine bacterienvernichtende Fähigkeit geprüft. Meistens wurden die Versuche bei Zimmertemperatur, bei der die Plasmata der verschiedenen Versuche 1 bis 2 Stunden flüssig bleiben, angestellt; bei 35° C. tritt mitunter eine zu grosse Beschleunigung der Gerinnung ein, so dass das flüssige Plasma zu kurze Zeit auf die ihm zugesetzten Bacterien wirkt (Tabelle XIII).

Wie aus der Tabelle hervorgeht, zeigt das körperchenfreie Plasma dieselbe vernichtende Kraft gegen die ihm zugesetzten Bacterien, wie Blut. Gegen den Bacillus des Typhus abdominalis hat es

in Versuch I und III energischer gewirkt, als defibrinirtes Blut. Nur der Milzbrandbacillus hat keine oder nur eine geringe Schädigung seiner Wachsthumsfähigkeit erfahren. Jedoch hat auch in dem demselben Versuchsthier entnommenen und defibrinirten Blut ebenfalls keine energische Vernichtung der zugesetzten Bacillen stattgefunden. — Aehnliche Unregelmässigkeiten haben wir gerade bei Milzbrandbacillen öfter beobachten können.

Analog dem SO_4Mg-Blut zeigt das SO_4Mg-Plasma eine entschiedene Abschwächung seiner bacterienvernichtenden Kraft. Nur der Cholerabacillus wird auch im SO_4Mg-Plasma abgetödtet. Möglicher Weise ist es der Gehalt des Plasma an Bittersalz, der diesem Bacterium die Existenz unmöglich macht; bringt man nämlich Cholerabacterien in eine 6procentige SO_4Mg-Lösung — und in dieser Concentration ist das Salz auch im SO_4Mg-Plasma enthalten — so sind in wenigen Stunden sämmtliche Keime abgetödtet.

Die Vermuthung, welche wir aus den Beziehungen von SO_4Mg-Blut und Peptonblut zu Bacterien und aus den Veränderungen des Blutes in Bezug auf Gerinnungszeit und bacterienvernichtende Kraft gezogen haben, dass nämlich die Bacterienvernichtung nur als eine spaltende Eigenschaft des Plasma aufzufassen ist, findet in den vorliegenden Versuchen eine weitere Stütze.

Die Analogieen, welche zwischen Leukocyten, Bacterien und Plasma bestehen, erhalten noch einen ferneren Zuwachs durch die Gerinnungsbeschleunigung, die beide im Plasma bewirken.

Allerdings ist die Beschleunigung der Gerinnung, welche Leukocyten bewirken, eine weit grössere, als die nach Bacterienzusatz eintretende. Wahrscheinlich ist die Menge und Art der Gerinnungsfactoren, welche die Leukocyten bei ihrem Zerfall liefern, eine grössere und energischer wirkende, als die von den absterbenden Bacterien herstammende.

Die hierauf bezüglichen Versuche (Tab. XIV) wurden derartig ausgeführt, dass in Plasmaproben von ca. $0 \cdot 5^{ccm}$ kleine Mengen Cultur mit dem Platindraht möglichst fein vertheilt wurden — diese Methode ist in den Tabellen kurz mit „Platindraht" bezeichnet — oder dass man der Flüssigkeit wenige Tropfen einer trüben Bacterienaufschwemmung in physiologischer Kochsalzlösung zusetzte — „Tropfenweise" — und die ungeimpften Controlproben entsprechend verdünnte. Die letztere Methode hat den Vortheil, dass die Vertheilung der Keime im Plasma eine feinere und die Wechselwirkung zwischen Plasma und Bacterium eine innigere und ausgebreitetere ist. Die Plasmaproben wurden theils bei 18^0, theils

bei 35° C. gehalten, der Zeitpunkt der Impfung und beginnenden (+) oder vollendeten (+ +) Gerinnung notirt und dann die Gerinnungszeit des geimpften Plasma procentisch nach der = 100 gesetzten Gerinnungszeit der Controlproben berechnet.

Die Gerinnungsbeschleunigung ist offenbar eine verschiedene je nach der Art des Bacteriums und des Plasma. So ist die Wirkung des Bacillus pneumoniae (Friedländer), der sich gegen Blut und Plasma ziemlich widerstandsfähig erweist, weit schwächer, wie die des Cholera- oder Typhusbacillus, welche von dem Plasma ziemlich energisch vernichtet werden. Was für Stoffe es sind, welche die Gerinnungsbeschleunigung und vermuthlich auch den Tod der Bacterien bewirken, ob dabei nach A. Schmidt Fibrinferment oder nach Wooldrige's Anschauung Gewebsfibrinogen geliefert wird, das zu untersuchen gehört der physiologischen Forschung an; uns liegt bloss daran, einen neuen Beweis dafür zu bringen, dass gerade dem plasmatischen Bestandtheile des Blutes — wahrscheinlich auch anderen zellenhaltigen Körpersäften — bacterienvernichtende Eigenschaften zukommt.

Zum Schluss sei es mir noch gestattet, Herrn Professor Dr. Flügge für die vielfache Anregung, welche er mir bei dieser Arbeit gegeben hat, und Herrn Dr. Bitter, Assistenten am hygienischen Institut, für die Unterstützung, die er mir in liebenswürdigster Weise bei der Ausführung meiner Untersuchungen zu Theil werden liess, meinen ergebenen Dank auszusprechen.

Tabelle I.

Versuche mit Coccus aquatilis und defibrinirtem Blut.

1		2		3	
Zeitdauer zwischen Impfung u. Anfertigung der Platten	Zahl der gewachsen. Colonieen	Zeitdauer zwischen Impfung u. Anfertigung der Platten	Zahl der gewachsen. Colonieen	Zeitdauer zwischen Impfung u. Anfertigung der Platten	Zahl der gewachsen. Colonieen
2 Contr. sofort	7410-11970	2 Contr. sofort	900—1000	2 Contr. sofort	∞ — ∞ mehr als 50000
2 nach 1 Std.	180—0	2 nach 1 Std.	3—4	2 nach 1 Std.	5—5
2 „ 3 „	4—0	2 „ 3 „	0—4	2 „ 3 „	10—80
2 „ 5 „	1—0	2 „ 5 „	0—1	2 „ 5 „	4—6
2 „ 7 „	0—0	2 „ 7 „	3—0	2 „ 7 „	2—4

Tabelle II.

Versuche über die Wirkung des mit Salzlösung oder Bouillon versetzten Kaninchenblutes auf Coccus aquatilis. Zur Controle wird das Verhalten des Coccus in gewöhnlichem defibrinirtem Blut einerseits, in mit Salzlösung oder Bouillon versetztem destillirtem Wasser andererseits beobachtet.

Nr.	Anfertigung der Platten nach	Zahl der gewachsenen Colon. auf d. Platten von			Zahl der Colonieen auf den Controlplatten
		Blut (7 Tropfen)	Blut + Salzlösg. (ää 7 Tropfen)	Aq. dest. + Salzlösung (ää 7 Tr.)	
1	1 Stunde	15—0	6—2	5500—2000	1400
	5 Stunden	4—3	8—4	7500—2500	2200
	7 „	1—5	0—8	4000—5200	
	20 „	1—0	5—0	750—40	
2	3 „	0—0	5—0	7500—5500	4000
	5 „	5—0	0—0	4500—5000	1600
	7 „	0—0	10—1	7000—8000	
	20 „	0—0	0—1	∞—∞	
3	5 „	5—4	60—5	∞—∞	∞
					∞
	20 „	0—0	0—0	∞—∞	∞
					∞
					(mehr als 50000)
4	5 „	3—4	0—0	13000—12500	12500
					9900
	20 „	13—160	2—6	9000—12500	9000
					13500

Nr.	Anfertigung der Platten nach	Zahl der gewachsenen Colon. auf d. Platten von			Zahl der Colon. auf den Controlplatten
		Blut (7 Tropfen)	Blut + Bouillon (7 + 2 Tropfen)	Aq. dest. + Bouill. (7 + 2 Tropfen)	
5	5 Stunden	5—4	25—15	∞—∞	∞
					∞
	20 „	0—0	0—0	500—550	∞
					∞
					(mehr als 50000)
6	5 „	3—4	0—10	14000—18000	15000
					12000
	20 „	13—160	13—15	1000—6000	9500

Tabelle III.

Versuche mit Coccus aquatilis und erhitztem Blut.

Nr.	Dauer und Grad der Erhitzung	Anfertigung der Platten nach	Zahl der gewachs. Colonieen	Zahl der auf den Controlplatten gewachs. Colonieen
1	1/2 Std. bei 58° C.	3 Stunden	4500—5000	4000
		5 „	6000—5000	1600
		20 „	∞—∞	
2	1/2 Std. bei 56° C.	5 „	∞—∞	30000
		20 „	∞—∞	40000
3	1/2 Std. bei 58° C.	5 „	15000	9900
			12500	13500

Tabelle IV.

Versuch über die Wirkung des mit Salzlösung oder Bouillon versetzten Kaninchenblutes auf den B. Typhi abdominalis. Zum Vergleich wird die Wirkung von gew. defibrinirtem Blut und von mit Salzlösung oder Bouillon versetztem destillirten Wasser auf denselben Bacillus beobachtet.

Nr.	Anfertigung der Platten nach	Zahl der gewachsenen Colon. auf d. Platten von			Zahl der Colon. auf den Controlplatten
		Blut (7 Tropfen)	Blut + Salzlösg. (āā 7 Tropfen)	Aq. dest. + Salzlösung (āā 7 Tr.)	
1	5 Stunden	10—0	80—40	2000—6750	5000
	20 „	0—0	∞—∞	13000—∞	5200
2	5 „	50—20	30—43	3000—2500	3000
	20 „	4—0	10—0	3500—1500	5500

Nr.	Anfertigung der Platten nach	Zahl der gewachsenen Colon. auf d. Platten von			Zahl der Colon. auf den Controlplatten
		Blut (7 Tropfen)	Blut + Bouillon (7 + 2 Tropfen)	Aq. dest. + Bouill. (7 + 2 Tropfen)	
3	5 Stunden	65—120	210—60	∞ — ∞	∞
	20 „	12—15	1750— ∞	∞ — ∞ **Flüssigkeit stark getrübt durch Reincultur von Typhusbacillen.**	∞ **(mehr als 50000)**
4	5 „	50—5	15000—18000		13500
	20 „	3—3000	∞ — ∞	∞ — ∞	9000
5	5 „	3—0	180—240	∞ — ∞	3000
	20 „	0—1	1800—900	∞ — ∞	2000
6	2 „	0—6	0—3		2600
	5 „	0—0	0—4	∞ — ∞	2750
7	2 „	4—1	2—5		3000
	5 „	9—0	1—700	∞ — ∞	3500

Tabelle V.

Versuche mit Bacillus Typhi abdominalis und erhitztem Blut.

Nr.	Dauer und Grad der Erhitzung	Anfertigung der Platten nach	Zahl der gewachsenen Colonieen	Zahl der Colonieen auf den Controlplatten
1	20 Minuten bei 56° C.	5 Stunden	∞ — ∞ — ∞	5000 5200
2	1/2 Stunde bei 58 C.	5 „	25000 — 19000 — 15000	3000 5500

Tabelle VI.

Versuche über das Verhalten des Bacillus Typhi abdominalis zu Blut, 0·5 procent. Kochsalzlösung und destillirtem Wasser.

Nr.	Anfertigung der Platten nach	Zahl der Colonieen auf den Platten von			Zahl der Colonieen auf den Controlplatten
		Blut (10 Tropfen)	0·5 procentige Kochsalzlösung (10 Tropfen)	Aqua destillata (10 Tropfen)	
1	3 Stunden	0—1	8550—4117	855—6042	6100
	5 „	0—0	5130—3135	2337—2853	4730
	6 „	0—1	1140	5130—4845	5130
2	1 „	1710—1693	5643	5130	4380
	3 „	5—0—26	5985—6155	1880—1420	5140
	6 „	63—52—2—0	2679—4104	1710	5550
	20 „	2280—2560—5100	1	0	
3	3 „	31—28	7180—10260	7690—4610	9020
	5 „	200—50	5643—1140	2560—1080	8500
	20 „	100—2000	137—0	0—0	10200

Tabelle VII.

Versuche über das Verhalten des Bacillus Cholerae asiaticae und Bacillus anthracis zu Blut, Blut mit Zusatz von Bouillon und destillirtem Wasser mit Zusatz von Bouillon.

A. Cholera asiatica.

Nr.	Anfertigung der Platten nach	Die Zahl der ausgewachsenen Colonieen auf Platten von: Blut (7 Tropfen)	Blut + Bouill. (7 — 1 Tr.)	Blut + Bouill. (7 + 2 Tr.)	Aq. dest. + Bouillon (7 + 1 Tr.)	Zahl der Colonieen auf den Controlpl.
1	1 Stunde	0—0	0—0	0—0		950
	4 Stunden	0—0	0—1	0—0	3250—2000	1400
	20 „		0—0	0—0	∞ — ∞	
2	1 Stunde		0—0	0—0		40
	4 Stunden	0—0	0—0	0—0	58—300	35
	20 „		0—0	0—0	∞ — ∞	

B. Anthrax.

Nr.	Anfertigung der Platten nach	Blut (7 Tropfen)	Blut + Bouill. (7 — 1 Tr.)	Blut + Bouill. (7 + 2 Tr.)	Aq. dest. + Bouillon (7 + 1 Tr.)	Zahl der Colonieen auf den Controlpl.
1	1 Stunde		0—0	0—0		130
	4 Stunden	0—0	0—1	0—0	135—150	142
	20 „	0—7	0—750	0—0	∞ — ∞	
2	1 Stunde	32—100		29 -20		
	4 Stunden	25—15000		∞ — ∞ (Gelat. verflüssigt)		1000
	20 „	∞ — ∞		∞ — ∞		950

Tabelle VIII.

Versuche mit Blut und verschiedenen pathogenen und saprophythischen Bacterien.

A. Pathogene.

Nr.	Art des Bacteriums	Material zur Herstellung der Platten	Aussaat	Zahl der Colonieen auf den Platten, welche angefertigt sind nach ½ St.	1 St.	2 St.	3 St.	5 St.	20 St.
1	Staphylococcus pyogenes albus	Agar-Agar 35° C.	12000—10500	11500 13500	15000 15500			16000 19000	∞ ∞
	Staphylococcus pyogenes albus	„	2500—2800			4000 5000		1750 2201	∞ ∞
2	Staphylococcus pyogenes aureus	„	10500 9000—4000	3500 3500	3250 11500			∞ ∞	∞ ∞
	Staphylococcus pyogenes aureus	„	11000—9800			18000 10000		6000 10000	∞ ∞
3	Streptococcus erisypel.	Gelatine 22° C.	800—950				5000 5800	9000 8000	∞ ∞

Nr.	Art des Bacteriums	Herstellg. der Platten	Aussaat	Zahl der Colonieen auf den Platten, welche angefertigt sind nach ½ St.	1 St.	2 St.	3 St.	5 St.	20 St.
4	Bacillus der Hühnercholera	Gelatine 22° C.	435—750		700 650	710 750		12500 13500	∞ ∞
	Bacillus der Hühnercholera	„	11500—15000		7000 7500			∞ ∞	∞ ∞
5	Bacillus des Schweinerothlauf	Gelat. 22°C. 5 Tage	1500—1800		1450 2500			9050 1000	3000 5000
	Bacillus des Schweinerothlauf	„	1500		2500 1800			1500 1700	
	Proteus hominis	„	390—450		350 500		1750 1600	9000 11500	∞ ∞
6	Bacillus cholerae asiaticae [1]	Gelatine 22° C	7000—11500		0—0		0—0	0—0	0—7000
7	Bacillus des Milzbrands [2]	„	1200—1850	4—6	0—0			250—0	∞ 0—0
8	Bacillus des Typhus abdom.[1]	„	1050—1340	800—580	550—850	5—31		4—0	0—0
9	Bacillus pneumoniae (Friedländer)	„	400—700		150—300		600—250	30—52	∞—∞
	B. Saprophytische.								
1	Bacillus proteus vulgaris	Agar-Agar 35° C.	9120—11270				19050 22000	∞ ∞	
	Bacillus proteus vulgaris	„	5500—6200		4800 7000		1700 3000	4300 3500	∞ ∞
	Bacillus proteus vulgaris	„	∞—∞ (mehr als 50000)		∞ ∞		∞ ∞	∞ ∞	∞ ∞
2	Micrococcus prodigiosus	„	3000—4000				2800 4100	10200 15400	∞ ∞
3	Bacillus aquatilis	„	14250—11400				7125 8550	∞ ∞	
	Bacillus aquatilis	„	3500—4000				4000 4500	900 2500	9 Stunden 6000—4500
	Bacillus aquatilis	„	270—300				35 24	20 22	5000 ∞
4	Bacillus fluorescens liquefaciens	„	13500—15250		7000 3700	1500 1900		2000 3000	∞ ∞
5	Bacillus acidi lactici (Hueppe)	Gelatine 22° C.	3500—5250		2000 2000	200 140		750 52	0 0
	Bacillus acidi lactici	„	8000—9000			3000 3500		48 65	700 ∞
6	Coccus aquat.[1]	„							

[1] Vergl. die übrigen Tabellen.

[2] Vergl. die Resultate von Nutall.

Tabelle IX.

Versuche über die Zeit, innerhalb welcher die Abtödtung von Cocc. aquat., Bac. Chol. asiatic. u. Typhi abdom. eintritt.

	Coccus aquatilis						Bacillus Cholerae asiaticae					Bacillus des Typhus abdominalis						
Vers.-Nr.:	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7
Aussaat-	2180 1450	2700 3000	2500 2000	2500 1800	10000 11250	35000 40000	5500 3800	5000 4500	60 48	7000 11500	1800 1700	3000 4200	270 320	5500 7500	3500 3000	2600 2750	14000 15000	1050
Zahl der Colonieen nach: 1 Min.	1800	—	—	—	3750 3400	—	—	—	—	—	—	4500	—	—	—	—	—	—
2 „	600	—	—	—	400	—	—	—	—	—	—	4050	—	—	—	—	—	—
5 „	65	—	—	—	980	—	—	—	—	—	—	9000	—	—	—	—	—	—
10 „	6—8	—	0—3	1—2	25	—	0—0	400—500	0—0	—	3800 2200	—	—	—	—	—	—	—
15 „	—	9—3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6000	—	—	—	—	—	—
20 „	—	—	3—3	0—1	—	10—3—1	—	—	0—1	—	1200 900	—	600 500	9000 2500	—	—	—	—
30 „	—	—	—	—	—	—	0—0	—	—	—	—	5500	1200 550	—	—	—	—	800 580
40 „	—	6—350	—	2—0	—	—	—	0—0	0—2	—	8—7	—	250 650	—	—	—	—	—
60 „	—	—	0—2	0—0	—	—	—	—	0—0	0—0	6—5	—	—	0 | 0	—	—	260 280	550 850
2 Std.	—	7—8	—	—	—	—	0—0	4—0	—	0—0	—	—	400 300	750 950	4 1	0 6	—	—
3 „	—	—	—	—	—	0—1	—	—	—	—	—	—	25 10	—	—	—	—	5 31
4 „	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4—0
5 „	—	—	—	—	—	—	—	—	0—0	0—0	3—30	—	—	—	—	—	—	—
20 „	—	—	—	—	—	—	0—0	—	0—0	0—7000	0—∞	—	—	—	—	—	—	0—0

Tabelle X.

Versuche mit Blut und grösseren Mengen von Coccus aquatilis, Bacillus Cholerae asiaticae und Typhi abdominalis.

A. Coccus aquatilis.

Nr.	Aussaat	Zahl der Colonieen auf den Platten, gefertigt nach			
		1 Stunde	2 Stunden	4 Stunden	20 Stunden
1	90000	0—200	—	0—0	0—1500
2	500000	0—1	—	0—0	0—0
3	3,600000	150—200	—	45—39	18000—20000
4	11,000000	100000—150000	—	∞—∞	∞—∞

B. Bacillus Cholerae asiaticae.

1	12000	30—11	—	6—0	0—10000
2	110800—140000	0—0	—	0—0	0—900
3	1,200000	2000—1100	—	2500—∞	∞—∞
4	1,200000	8—10	—	3—25	∞—∞

C. Bacillus Typhi abdominalis.

1	25000—30000	25000	—	10—0	0—∞
2	1,100000	∞—∞ (über 80000)	—	4000—5000	18000—19000
3	1,200000	14000—15000	—	2500—1500	∞—∞
4	3,600000	∞—∞	—	∞—∞	∞—∞

Tabelle XI.

A. Injection mit Aufschwemmungen von Coccus aquatilis.

Versuch I.

30 ccm einer trüben (von drei grossen schrägen Flächen hergestellten) Aufschwemmung innerhalb drei Minuten injicirt.

Blut I, fünf Minuten nach dem Ende der Injection der Carotis entnommen, enthält:

in 10 Tropfen 80000 Kokken.

Blut II, 10 Minuten,

in 10 Tropfen 40000 Kokken.

Beide Blutsorten gerinnen langsam; nach 24 Stunden noch keine feste Gerinnung, sondern nur die Bildung eines durch Schütteln zerstörbaren Coagulums.

Art des Bacteriums	Aussaat	Blut I. Zahl der Colonieen nach		Blut II. Zahl der Colonieen nach	
		1 Stunde	4 Stunden	1 Stunde	4 Stunden
Coccus aquatilis . .	25000	15000 18000 27000	14000 10000 18000	9000—10000	—
Cholera asiatica . .	10000	15000 [1] 12000 20000	10000 [1] 18000	15000 [1]	—
Typhus abdominalis .	5000	—	10000 [2] 10000 12000 15000 18000	15000 [2]	5500 [2]

Versuch II.

30 ccm einer weit weniger trüben Aufschw. innerhalb zwei Min. injicirt.

Blut I 10 Minuten nach der Injection entnommen in 10 Tropf. 50 Kokken.
„ II 20 „ „ „ „ „ „ „ „ 10 „
„ III 40 „ „ „ „ „ „ „ „ 0 „
„ IV 60 „ „ „ „ „ „ „ „ 0 „

Je 10 Tropfen werden mit 15000 Coccus aquatilis beschickt.

Zahl der Colonieen nach	im Blut I	im Blut II	im Blut III	im Blut IV
1 Stunde	7—0—12	0—15—0	2—5—0	9—40
2 Stunden	9—0—2	1—0—90	0—4—2	0—0

Versuch III.

35 ccm einer sehr trüben Aufschwemmung (von 4 grossen, 7 kleinen 3 Tage alten schrägen Flächen hergestellt) innerhalb 3 Minuten injicirt. Rapides Ansteigen der Puls- und Athemfrequenz. Erweiterung der Pupillen, Heraustreten der Augäpfel und Tod $1^1/_2$ Minute nach dem Ende der Injection.

Die sofort angestellte Section ergiebt: Im rechten Herzen, in den Arteriis pulmon., in der Pfortader und ihren Verzweigungen frische Thromben; das übrige Blut ist ungerinnbar (Beobachtungszeit 10 Stunden).

Die Menge der injicirten Kokken betrug 9 Billionen, 300,000 Mill., so dass auf einen Tropfen Blut etwa 2500 Millionen kommen.

Versuch IV.

30 ccm einer trüben Aufschwemmung in 40 Min. injicirt.

Blut I 5 Min. nach dem Ende der Injection enthält in 10 Tr. 9000 Coccus,
„ II 20 „ „ „ „ „ „ „ „ 10 „ 5000 „

[1] Nur Coccus aquatilis.

[2] Nur wenige Typhus abdominalis, sonst Coccus aquatilis.

Die Gerinnung beider Blutsorten ist verlangsamt.

Zahl der Colonieen nach	Zahl der zu 10 Tropfen Blut zugesetzten Coccus: 1500		Cholera: 10000
	Blut I.	Blut II	Blut II
$^1/_2$ Stunde	1000—3500	2500—4500	6500—3000 [1]
1 „	250—200	1800—900	2000—2800 [1]
3 „	0—10	600—350	280—500 [1]

B. Injectionen mit Aufschwemmung von Bac. Chol. asiaticae.

Versuch I.

Injectionsmenge: 20 ccm sehr trübe Aufschw. Injectionsdauer: 30 Min.

Blut I 10 Min. nach der Injection entnommen in 10 Tr. 450000 Bac., schwerer gerinnbar als normales Blut. Blut II 20 Min. nach der Injection entnommen in 10 Tr. 300000 Bacillen, bleibt 45 Min. ungeronnen. Blut III 40 Min. nach der Injection entnommen in 10 Tr. 200000 Bacillen, Thier stirbt an Verblutung.

Zahl der Colon. nach	Zahl der zu 10 Tropfen Blut zugesetzten Cholera asiatica: 18000			Coccus: 1000
	Blut I	Blut II	Blut III	
20 Min.	—	100000—200000	75000—100000	Auf keiner der von Blut I, II u. III nach verschiedenen Zeiträum. angelegt. 12 Platt. war eine Coccus-Colonie zu bemerken; sondern nur Chol. asiat. in ähnl. Zahlenverhältnissen wie i. d. nebenstehend. Versuch m. Zusatz v. Chol. as.
40 „	200000—250000	—	—	
60 „	50000—100000	150000—200000	—	
3 Std.	100000—150000	—	28000	

Versuch II.

Injectionsmenge: 22 ccm sehr trübe Aufschw. Injectionsdauer 8 Min.

Blut I 10 Min. nach dem Ende der Injection entnommen enthielt in 10 Tropfen 1,500,000 Bac. — nach 6 Min. fest geronnen. Das Thier stirbt 35 Min. nach der Injection. — Blut von violetter Farbe und ungerinnbar.

10 Tr. d. Blutes enth. n. $^1/_2$stündig. Aufenth. bei 35° 350,000—400,000 Bac.
10 „ „ „ „ „ 3 „ „ „ 35° 250,000—200,000 „

Versuch III.

Injectionsmenge: 12 ccm einer weniger trüben Aufschw. Injectionsd. 3 Min.

Blut Nr.	Blut I	II	III	IV
Wie lange nach der Inj. entnommen	20 Min.	35 Min.	60 Min.	90 Min.
Enthält in 6 Tropfen Bacillen	150	120	300	300 [2]
Nach 1 Stunde	150—120	200—110	380—350	300—600
Nach $2^1/_2$ Stunden	32—55	20—32	200—180	250—400
Gerinnungszeit	5 Min.	15 Min.	20 Min.	10 Min.

[1] Nur Coccus-Colonieen. Selbst nach 6 tägigem Aufenthalt bei 22° C. wurde keine Cholera-Colonie bemerkt.

[2] Dazu kommen noch 18,000 neu hinzugesetzte Bacillen der Cholera asiat.

Versuch IV.

Injectionsmenge: 10 ccm trübe Aufschwemmung. Injectionsdauer: 5 Min.

Bl. I — 25 Min. n. d. Inj. — enthält in 10 Tropfen 800 Bac. — Gerinnungszeit 10 Min.

Zahl der Colon. nach	10 Tr. Blut ungeimpft	Mit 25000 Coccus aquat. geimpft	Mit 1900 Chol. asiat. geimpft
30 Minuten	500—650	—	—
1 Stunde	400—250	750 (180)[1] — 400 (100)	600—550
Bl. II — 50 Min. n. d. Inj. — enhält 450 Bac. — Gerinnungszeit 40 Min.			
1 Stunde	500—650	550 (250)	400—350
2 Stunden	—	—	550—300
Bl. III. — 90 Min. n. d. Inj. — 400 Bac. — Gerinnungszeit 25 Min.			
1 Stunde	650—900	1750 (450) — 3500 (2800)	600—550
Bl. IV. — 200 Min. n. d. Inj. — 10 Bac. — Gerinnungszeit nicht beobachtet.			
1/2 Stunde	—	3900 (3800) — 2250 (2220)	600—350

Tabelle XII.

A. Versuche mit Peptonblut.

Nr.	Art des Bacteriums	Aussaat	Zahl der Colonieen nach 1 Stunde	4 Stunden	20 Stunden
1	Coccus aquat.	4500—4800	0—3—0	0—0—0	0—0
	Cholera asiat.	450—310	0—0—0	0—2—0	200—0
	Typhus abdom.	15000—13500	16500 11200—15000	1100 1500—1050	600—900
	Pneumoniae (Friedländer)	1250—1200	2000—2600	1150 1850—1650	70—90
2	Coccus aquat.	90000	0—200	0—0	0—1500
	Cholera asiat.	10800 10000	0—0	0—0	900—0
	Typhus abdom.	25000—30000	25000—16000	0—10	0—∞
	Pneumoniae (Friedländer)	6000—8500	8000—8500	3500—4800	2500—1800
3	Coccus aq.	12500	0—0	0—0	0—0
	Cholera asiat.	450	0—0	0—0	0—0
	Typhus abdom.	4500		250—0 0—0	∞—∞
	Pneumoniae	5500		500 850—950	9500—18000

[1] Die in Klammern eingefügten Zahlen bedeuten Colonieen von Coccus aquatilis.

B. Versuche mit SO_4Mg-Blut, defibrinirtem Blut mit Zusatz von SO_4Mg und mit defibrinirtem Blut.

Nr.	Art des Bacteriums	Aussaat	SO_4Mg-Blut. Zahl der Colonieen nach			Defibrin. Blut + SO_4Mg		Defibrin. Blut	
			1 St.	4 St.	20 St.	1 St.	4 St.	1 St.	4 St.
1	Coccus aquat.	150000	½ St.: 140000 130000 · 1 St.: 100000 160000	50000—60000	—	—	—	—	—
	Cholera asiat.	15000	½ St.: 5000 3000 · 1 St.: 2500 4000	15000—14000	—	—	—	—	—
	Typhus abd.	14500	16000—20000	25000—9000	∞—∞	—	—	—	—
2	Coccus aquat.	1750	550—400	3 0	—	850 1050	—	—	—
	Cholera asiat.	25000	15000—25000	∞—∞	—	—	∞—∞	—	—
	Typhus abd.	14000	22000—25000	19000—28000	—	—	30000 20000	—	—
3	Coccus aquat.	850—900	0—0	0—0	—	2000 1750	—	3—12	—
	Cholera asiat.	12500—10000	0—0	0—0	—	4500 2450	—	0—0	—
	Thyphus abd.	3000—3500	—	90—15 150—85	—	—	15000 13000	—	0—0
	Pneumoniae (Friedländer)	15000—18000	—	9000—10000 6500—25000	—	—	12500 6000	—	500—250
4	Coccus aquat.	14500	—	4200—6500	—	9000	—	—	—
	Cholera asiat.	50000	—	18000—25000 9000—12000	—	80000 90000	—	—	—
	Thyphus abd.	4500	—	12000—9000 10000—18000	—	—	8500 9500	—	0—0
	Pneumoniae	6000	—	9000—5500 7500—8000	—	—	6000 6500	—	0—20
5	Coccus aquat.	12500	25000 1000—1700	—	—	—	—	—	—
	Cholera asiat.	450	110 40—50.	—	—	—	—	—	—
	Thyphus abd.	4500	—	2000—2500	—	—	—	—	—
	Pneumoniae	4000	—	3500—6000	—	—	—	—	—
6	Coccus aquat.	22000	0—0	0—0	—	—	—	—	—
	Cholera asiat.	10000	½ St.: 2000 1500 · 1 St.: 600 1200	3000	—	—	—	—	—

Tabelle XIII.

Versuche mit filtrirtem Pferdeblut-Plasma.

Art des Bacteriums	Aussaat	Zahl der Colonieen nach 20 Minuten	30 M.	35 M.	40 M.	50 M.	60 M.	100 M.
I. 18° C.								
Coccus aquat.	5500	10—0	50—35	5—0	40	—	—	—
Cholera asiat.	900	0—35	0—1	—	0—5—3	—	—	—
Typhus abd.	20000	—	—	—	0—0	0—0 0—150	—	—
Milzbrand	650	—	200	—	150	450	—	—
II. 35° C. bis 40 Min. 18° C. über 40 Min.								
Coccus aquat.	27000	0- 0	—	0—0	—	—	0—0	5—0
Coccus aquat.	∞[1]	15000—50000	—	—	—	—	—	—
Typhus abd.	27500	—	—	—	1500—2500	—	2000—1800	3500 1900
Bacillus acid. lactis	10000	—	—	—	—	—	7500 10000	2000 2500
III. 18° C.								
Coccus aquat.	12500	6—4	—	—	—	—	—	—
Cholera asiat.	25000	60—200 | | 0—0	—	—	—	0—0	—	—
Typhus abd.	28000	0—0	—	—	—	—	—	—
Milzbrand[2]	400	—	300—150	—	—	—	—	—
Versuche mit SO_4Mg-Plasma.								
Coccus aquat.	14500	—	—	—	—	—	5000 15000	4500 3000
Typhus abd.	22500	—	—	—	—	—	18000 20000	10000 2000
Cholera asiat.	850	—	—	—	—	—	0—0	0—0

Tabelle XIV.

Gerinnungsversuche.

Versuch I.

Normalgerinnungszeit (Mittel aus 3 Plasmaproben 54 Min.) = 100 gesetzt. Temperatur: 18° C. Gerinnung = Anfang der Bildung eines Coagulums gallertigen Charakters.

[1] Platinöse leicht trüber Aufschwemmung.

[2] Blut desselben Thieres: 2 St.: 200—250. 3 St.: 250—9.

Art des zugesetzten Bacteriums	Gerinnungsdauer in Procenten der Normalgerinnungszeit	Art des zugesetzten Bacteriums	Gerinnungsdauer in Procenten der Normalgerinnungszeit
Coccus aquatilis	1) 83 Procent 2) 59·2 „	Bac. Typhi abdom.	1) 51·3 Procent 2) 48·6 „
Bac. Cholerae asiat.	1) 66 „ 2) 55 „	Bac. acidi lactis (Hueppe)	1) 67·6 „ 2) 68·9 „

Versuch II.

Art des Bacteriums	Nr.	Zeitpunkt der Impfung	Zeitpunkt der beginnenden (+) und vollendeten (++) Gerinnung im Plasma	Plasma + Bacterien	Temperatur	Art der Impfung, Platindraht oder Tropfenweise	Beginnende, vollendete Gerinnung	Gerinnungszeit d. Plasma + Bacterium in Procenten d. Normalzeit
Bacillus Typhi abdom.	1	$11^{h}\,18'$	$12^{h}\,18'$	$12^{h}\,5'$	18°	Platindraht	+	78·3 Procent
	2	$11^{h}\,28'$	$12^{h}\,10'$	12^{h}	35°	„	+	76·2 „
	3	$11^{h}\,32'$	$12^{h}\,40'$	$12^{h}\,10'$	35°	Tropfenweise	+	59·9 „
	4	$12^{h}\,24'$	$12^{h}\,58'$	$12^{h}\,45'$	35°	„	++	61·8 „
	5	$1^{h}\,15'$	$1^{h}\,45'$	$1^{h}\,30'$	35°	„	++	50 „
Bacillus Choleraeasiat.	1	$11^{h}\,25'$	$12^{h}\,27'$	$12^{h}\,18'$	18°	Platindraht	+	85·5 „
	2	$11^{h}\,45'$	$12^{h}\,50'$	$12^{h}\,30'$	35°	Tropfenweise	++	69·2 „
	3	$12^{h}\,13'$	$12^{h}\,30'$	$12^{h}\,25'$	35°	„	+	70·6 „
	4	$1^{h}\,4'$	$1^{h}\,32'$	$1^{h}\,23'$	35°	„	+	72·8 „
	5	$1^{h}\,22'$	$2^{h}\,3'$	$1^{h}\,45'$	35°	„	+	56 „
Coccus aquat.	1	$11^{h}\,40'$	$1^{h}\,3'$	$12^{h}\,25'$	18°	Platindraht	+	54·2 „
	2	$12^{h}\,30'$	$1^{h}\,20'$	$02^{h}\,56'$	35°	Tropfenweise	++	52 „
	3	$1^{h}\,30'$	2^{h}	$1^{h}\,50'$	35°	„	+	66 „
Bac. Pneum. (Friedländer)	1	$11^{h}\,50'$	$1^{h}\,3'$	$12^{h}\,48'$	18°	Platindraht	+	79·4 „

Versuch III.

35° C. Impfung: Tropfenweise.

Art des Bacteriums	Zeitpunkt der Impfung	Zeitpunkt der Gerinnung (+ und ++) Plasma	Plasma + Bacterium	Zahl der geimpften : Zahl der ungeimpften Proben	Gerinnungsdauer in Procenten der Normal-Gerinnungszeit
Typhus abd.	$9^{h}\,50'$	$10^{h}\,30'$	$10^{h}\,20'$	4 : 2	75 Procent
Cholera asiat.	10^{h}	$10^{h}\,40'$	$10^{h}\,30'$	4 : 2	75 „
Coccus aquat.	$10^{h}\,10'$	$10^{h}\,59'$	$10^{h}\,43'$	4 : 2	67·3 „
Pneumon.	$10^{h}\,25'$	Differenz beträgt nur wenige Minuten		4 : 2	—
Milzbrand	$10^{h}\,50'$	$11^{h}\,17'$	$11^{h}\,14'$	4 : 2	88 „

Litteratur-Verzeichniss.

1. C. Flügge, Studien über Abschwächung virulenter Bacterien und die erworbene Immunität. *Diese Zeitschrift.* 1888. Bd. IV.

2. Baumgarten, Beiträge zur pathologischen Mykologie. *Centralblatt für klinische Medicin.* 1888. Nr. 29.

3. Petruschky, Ueber die Ursache der Immunität des Frosches gegen Milzbrand. *Dissertation.* Königsberg 1888.

4. Wyssokowitsch, Ueber das Schicksal der in's Blut injicirten Mikroorganismen. *Diese Zeitschrift.* Bd. I.

5. Schmidt-Mülheim, Beiträge zur Kenntniss des Peptons. *Archiv für Anat. u. Physiologie.* Physiol. Abthlg. 1880.

6. Fano, Das Verhalten von Pepton. *Ebenda.* 1881.

7. Wooldrige, Zur Chemie der Blutkörperchen. *Ebenda.* 1881.

8. Groth, Ueber die Schicksale der farblosen Elemente im kreisenden Blut. *Dissertation.* Dorpat 1884.

9. Grohmann, Ueber den Einfluss des zellenfreien Blutplasmas auf einige pflanzliche Mikroorganismen. *Dissertation.* Dorpat 1884.

[Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.]

Die desinficirenden Eigenschaften der Kresole, ein Beitrag zur Desinfectionsfrage.

Von

Dr. Carl Fränkel,

Privatdocenten und Assistenten am hygienischen Institut zu Berlin.

Bekanntlich hat Laplace[1] zuerst darauf hingewiesen, dass Lösungen von Quecksilbersublimat und Phenol durch einen Zusatz von Säure sehr erheblich an ihrer desinficirenden Kraft gewinnen. Er hat dann weiter[2] gezeigt, dass die sogenannte rohe, 25procentige Carbolsäure, eine wenig wirksame und ausserdem wegen ihrer Unlöslichkeit in Wasser für die Desinfectionspraxis fast vollständig unbrauchbare Substanz mit Schwefelsäure eine Mischung eingeht, die in Wasser und wässerigen Flüssigkeiten löslich ist und sich durch hervorragende desinficirende Fähigkeiten auszeichnet. Laplace hatte bei seinen Versuchen eine Mischung von gleichen Gewichtstheilen Schwefelsäure und roher Carbolsäure als besonders geeignet gefunden. Eine derartige Schwefelcarbolsäure vermochte in 4procentiger Lösung Milzbrandsporen in 24 Stunden, in 2prozentiger Lösung in 72 Stunden zu vernichten, während reine Carbolsäure oder Creolin, wie Laplace vergleichsweise hervorhebt, in 2procentigen Lösungen auf Milzbrandsporen überhaupt ganz ohne Einfluss sind.

Bei Gelegenheit einer Wiederholung dieser Laplace'schen Experimente bin ich nun auf eine Reihe von Thatsachen aufmerksam geworden, die vielleicht von einiger Bedeutung für die hier in Frage kommenden Verhältnisse sind und deshalb in Kürze mitgetheilt sein mögen.

Ich hatte zunächst, genau nach der von Laplace gegebenen Vorschrift, gleiche Gewichtsmengen, 50^{grm} roher — von der hiesigen Kahlbaum'schen Fabrik als 25 % bezeichneter — Carbolsäure und

[1] *Deutsche medicinische Wochenschrift.* 1887. Nr. 40.

[2] *Ebenda.* 1888. Nr. 7.

Tabelle

	1 Tag	2 Tage	3 Tage	4 Tage	5 Tage	6 Tage	7 Tage	8 Tage
Gemisch von roher Carbols. u. Schwefelsäure, kalt bereitet. 1 Procent	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 2 Procent	+++	+++	+++	++	++	+	+	+*
desgl. 4 Procent	+*	—	—	—				
desgl. 5 Procent	—	—	—	—				
desgl. heiss bereitet. 1 Procent	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 2 Procent	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++
desgl. 4 Procent	++	++	++	++	+	+	+*	+*
desgl. 5 Procent	++	++	++	++	+	+*	+*	+*
reines Phenol. 1 Procent	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 2 Procent	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 5 Procent	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
reine conc. Schwefelsäure. 1 Procent	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 2 Procent	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 5 Procent	++	++	++	++	++	++	+	+*

reiner concentrirter Schwefelsäure langsam unter beständigem Umrühren mit einander in Mischung gebracht. Da hierbei eine sehr starke Temperaturerhöhung eintrat, so wurde das Eingiessen der H_2SO_4 in die Carbolsäure ein zweites Mal mit sorgfältiger Kühlung des Mischgefässes vorgenommen und die so erhaltene „Schwefelcarbolsäure" weiterhin von der erst gebildeten gesondert untersucht. Von beiden, der heiss wie der kalt bereiteten, stellte ich dann 5-, 4-, 2- und 1procentige Lösungen her, wobei, wie stets auch im folgenden, wo von derartigen procentischen Verhältnissen die Rede sein wird, 5, 4, 2 und 1 ^{grm} der betreffenden Substanz auf 100 $^{cm^3}$ Aqu. dest. gegeben wurden.

Aus den schwarzbraunen, intensiv riechenden, syrupartigen, concentrirten Mischungen entstanden hierbei gleichmässig trübe, graugelblich gefärbte, ebenfalls sehr stark riechende Emulsionen. Zum Vergleiche mit denselben wurden dann von reinem krystallisirten Phenol und endlich, um über die Wirksamkeit der bei dem Versuche ja in erster Linie betheiligten Schwefelsäure sicheren Aufschluss zu erhalten, auch von dieser entsprechende Lösungen, 5-, 2- und 1procentige, angefertigt.

An Seidenfäden angetrocknete Milzbrandsporen dienten als Testobject; nach Ablauf einer bestimmten Zeit wurden dieselben aus den Lösungen

1.

9 Tage	10 Tage	11 Tage	12 Tage	14 Tage	18 Tage	22 Tage	28 Tage	35 Tage	40 Tage	53 Tage
+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+*	—
+*	+*	+*	+*	+*	—					
+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+
++	++	+	+	+	+	+*	—	—		
+*	—	—	—							
—	—	—	—							
+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+	+*	—
+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	+	—
+*	+	+	—	—	—					

entfernt, in destillirtem Wasser abgespült und in Nährbouillon übertragen, um hier bei Brüttemperatur eventuell zur Entwickelung zu gelangen.

Das Ergebniss dieser ersten Versuche zeigt Tabelle 1.

Es sind in diesen Resultaten mehrere Punkte entschieden bemerkenswerth. Zunächst mag auf den auffälligen Unterschied in der Wirkungsweise der heiss und der kalt bereiteten Schwefelcarbolsäuremischung hingewiesen sein, von denen die letztere die erstere in erheblichem Maasse übertrifft. Die Gründe für dieses Verhalten werden später noch erörtert werden; hier möge nur die Thatsache als solche Erwähnung finden.

Zweitens ist hervorzuheben, dass die in der eben mitgetheilten Versuchsreihe gefundenen Werthe nicht vollständig mit den von Laplace gegebenen übereinstimmen. Während dieser die Milzbrandsporen in 4procentiger Lösung nach 24 Stunden, in 2procentiger nach 72 Stunden zu Grunde gehen sah, haben sich dieselben hier in der 4procentigen kalten 1 Tag, in der heissen 9 Tage, in der 2procentigen kalten 14, in der heissen gar 22 Tage lebensfähig erhalten. Die Veranlassung für diese Differenz ist wohl in einem Umstande zu suchen, auf welchen neuerdings E. v. Esmarch[1] mit Nachdruck hingewiesen hat, nämlich in der

[1] *Diese Zeitschrift.* Bd. V. S. 67 ff.

sehr veränderlichen und von Fall zu Fall wechselnden Widerstandskraft der Milzbrandsporen selbst. Während man früher nach den ersten grundlegenden Koch'schen Versuchen[1] allgemein annahm, dass die Sporen in 5procentiger Carbolsäure schon nach 2 Tagen mit Sicherheit vernichtet seien, hatte zuerst P. Guttmann[2] eine sehr viel höhere Resistenz derselben beobachtet und gefunden, dass sie noch nach 37tägigem Verweilen in 5 procentigem Phenol lebensfähig waren. Bei der eingehenden Untersuchung, mit welcher Esmarch diese Verhältnisse näher aufzuklären bemüht war, zeigten sich zwischen Milzbrandsporen verschiedener Herkunft die erheblichsten Differenzen gegenüber der Carbolsäure; einige Proben waren in der 5procentigen Lösung nach 4 Tagen abgestorben, andere nach mehr als 40 Tagen noch nicht getödtet.

Esmarch sieht sich durch diese Ergebnisse zu der Forderung veranlasst, vergleichenden Desinfectionsversuchen stets nur dasselbe, vorher auf seine Resistenz genau geprüfte Probematerial zu Grunde zu legen und die erhaltenen Resultate nach den hierbei ermittelten Werthen zu beurtheilen. In der That ist eine derartige Vorsichtsmassregel wohl ganz unumgänglich. Nun hat es sich mir bei wiederholten, gerade auf diesen Punkt gerichteten Experimenten aber gezeigt, dass der Grad der Resistenz, welchen an Seidenfäden angetrocknete Milzbrandsporen einmal besitzen, denselben als eine Art von Rasseneigenthümlichkeit auch ziemlich fest und dauernd anzuhaften pflegt. Hat man für eine bestimmte Sorte von Sporen das Maass der Widerstandsfähigkeit genau ermittelt, so wird man finden, dass, wenn man nun von solchen Sporen aus wieder eine neue Generation auf Agar-Agar oder Kartoffeln u. s. w. züchtet und gleichfalls an Seidenfäden antrocknet, die für das Ausgangsmaterial seiner Zeit festgestellten Werthe der Resistenz auch für die frischbereiteten Sporen zutreffen. Die Differenzen im Widerstandsvermögen machen sich also nur bei Sporen von ursprünglich verschiedener Herkunft geltend, und wird es hierdurch möglich, stets mit einem in dieser Hinsicht wesentlich gleichartigen Testobject zu arbeiten.

Dabei wird es sich zum Zwecke eines rascheren Verständnisses vielleicht empfehlen, in Zukunft bei der Mittheilung von Desinfectionsversuchen die dabei benutzten Milzbrandsporen nach dem Grade ihrer Resistenz von vornherein etwas näher zu charakterisiren. Legt man eine jederzeit leicht und genau herzustellende, in ihrer Zusammensetzung unveränderliche 5procentige Lösung von reinem krystallisirten Phenol einer solchen vergleichenden Bestimmung zu Grunde, so könnte man Milzbrandsporen, die in derselben nicht länger als höchstens 10 Tage zu bestehen

[1] *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt.* Bd. I. S. 234 ff.
[2] Virchow's *Archiv.* 1887. Bd. CVII. S. 459.

vermögen, als „schwach-widerständig", solche von 10—20 Tagen als „mittel-widerständig", solche von 20—40 Tagen als „hoch-widerständig", solche von mehr als 40 Tagen aber als „äusserst-widerständig" bezeichnen.

Die hier und bei allen den weiteren mitgetheilten Versuchen benutzten Sporen gehören nun der letzteren Classe an, d. h. besitzen eine ganz hervorragende Resistenz, die nicht nur gegenüber der Carbolsäure, sondern auch gegen chemische Mittel anderer Art zum Ausdruck kommt. Als Beweis hierfür mögen beispielsweise folgende Zahlen dienen:

Tabelle 2.

	5 Min.	10 Min.	20 Min.	30 Min.	40 Min.	1 Stunde
Sublimat 1 : 2000	+	+	+	+	+*	—
desgl. 1 : 1000	+	+	+*	—	—	—
salzsaures Sublimat 1 : 2000	+	+	+	—	—	—
desgl. 1 : 1000	+	+*	—	—	—	—
arg. nitr. 1 Procent	+	+	+	—	—	—

Gerade im Hinblick auf solche Resultate wird aber die Leistungsfähigkeit einer kalt bereiteten Mischung von Schwefelsäure und roher Carbolsäure als eine nicht zu unterschätzende erscheinen. Ist dieselbe doch im Stande, in 5procentiger Lösung innerhalb 24 Stunden Milzbrandsporen zu vernichten, die in 5procentigem Phenol mehr als 40 Tage, in 1 $^0/_{00}$ Sublimat mehr als 20 Minuten lebensfähig zu bleiben vermögen.

Diese in vollster Bestätigung der Laplace'schen Befunde hier ermittelte Ueberlegenheit der Schwefelcarbolsäure vor dem reinen Phenol verdient entschiedene Beachtung. Sollte dem Schwefelsäurezusatz an und für sich eine so erhebliche Erhöhung der Desinfectionskraft zu verdanken sein? Die nicht gerade besonders hervortretenden desinficirenden Eigenschaften der reinen Schwefelsäure machten diese Vermuthung von vornherein wenig wahrscheinlich; doch ist es andererseits bekannt, dass sich bei der Vereinigung von Phenol und Schwefelsäure neue, wohl umschriebene chemische Verbindungen bilden, sogenannte Phenolsulfosäuren, die als von den beiden Componenten vollständig verschiedene Körper auch ihre ganz besonderen desinficirenden Qualitäten besitzen konnten.

Um dies zu vermitteln, wurden deshalb, genau wie bei der rohen Carbolsäure, gleiche Gewichtsmengen von reiner Schwefelsäure und reinem Phenol theils in der Wärme, theils in der Kälte zusammengebracht und von dem Gemisch dann procentische Lösungen in destillirtem

Tabelle

	1 Tag	2 Tage	3 Tage	4 Tage	5 Tage
Gemisch von Phenol und Schwefelsäure, kalt bereitet. 1 Procent.	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 2 Procent.	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 5 Procent.	+*	+*	—	—	—
Dasselbe Gemisch, heiss bereit. 1 Proc.	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 2 Procent.	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 5 Procent.	+++	+++	+++	++	++
Orthophenolsulfosäure. 1 Procent.	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 2 Procent.	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 5 Procent.	+*	+*	—	—	—
Paraphenolsulfosäure. 1 Procent.	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 2 Procent.	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. 5 Procent.	+++	+++	+++	+++	+++

Wasser hergestellt. Die sich bei der Mischung bildenden Substanzen besassen zunächst eine syrupartige Consistenz, deutlichen Geruch nach Phenol u. s. w.; schon nach wenigen Stunden begann das kalt bereitete Gemenge aber zu erstarren, d. h. es krystallisirte der neuentstandene Körper, eine Phenolsulfosäure, als schwach röthlich gefärbte, feste, salzartige Masse aus, während die warm bereitete Mischung ihre syrupartige Consistenz weiter behielt.

Zum Vergleiche mit diesen rein empirisch hergestellten Mischungen wurden dann noch aus der Kahlbaum'schen Fabrik hier reine Ortho- und Paraphenolsulfosäure bezogen, und die entsprechenden procentischen Lösungen derselben mit den anderen gemeinschaftlich untersucht. Die hierbei erhaltenen Resultate zeigt Tabelle 3.

Wie man bemerken wird, ist der Einfluss der Sulfirung ein ganz unverkennbarer: während die Milzbrandsporen vorher in einer 5procentigen Lösung der reinen Carbolsäure mehr als 40 Tage lebensfähig geblieben waren, sind dieselben hier schon nach 2 bis 9 Tagen abgestorben.

Dass den Sulfoverbindungen des Phenols, den Phenolsulfosäuren, eine erhebliche desinficirende Kraft zukomme, ist bereits seit längerer Zeit bekannt. Namentlich die Orthosulfosäure, die unter dem Namen „Aseptol" als Desinficiens benutzt wird, ist daraufhin[1] wiederholt und besonders von Hueppe[2] einer eingehenden Prüfung unterzogen worden. Hueppe fand,

[1] Serrant, *J. Th.* 1885. p. 497.
[2] *Berliner klinische Wochenschrift.* 1888. Nr. 37.

3.

6 Tage	7 Tage	8 Tage	9 Tage	10 Tage	11 Tage	12 Tage	18 Tage	40 Tage
+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	+
+++	+++	++	+*	+	+	+*	+*	—
—								
+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	—
++	++	+	+	—				
+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+*	—
++	++	++	+*	+*	+*	+*	—	—
+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+*
++	++	++	+*	+*	+*	—	—	—

dass eine 10procentige Lösung des Aseptol Milzbrandsporen in 30 Minuten vernichte, während eine 5procentige, 3procentige und 1procentige Lösung in 24 Stunden noch keine deutliche Einwirkung auf dieselben wahrnehmen liessen. Hueppe macht weiter darauf aufmerksam, dass man die Lösungen des Aseptol nicht erwärmen dürfe, da hierbei die wirksame Orthoverbindung leicht in die erheblich weniger wirksame Paraverbindung übergehe.

Es kommt diese Beobachtung auch in den oben mitgetheilten Resultaten zum Ausdruck; die kalt bereiteten Lösungen stehen an desinficirender Kraft erheblich über den in der Wärme gebildeten. Ob die gleiche Erscheinung bei den Lösungen der mit Schwefelsäurezusatz behandelten rohen Carbolsäure, auf welche wir oben bereits hinwiesen, auf wesentlich identische Verhältnisse zurückzuführen ist, wird weiterhin noch erörtert werden müssen.

Als besonderen Vorzug der Orthosulfosäure gegenüber dem reinen Phenol hebt Hueppe ihre vollkommene Löslichkeit in Wasser und ihre geringe Aetzwirkung hervor. Den absoluten Desinfectionswerth schätzt er im Uebrigen etwa gleich hoch wie den des Phenols, namentlich im Hinblick auf die Koch'schen Beobachtungen, dass eine 5procentige Lösung der reinen Carbolsäure bereits in 24 Stunden Milzbrandsporen zu vernichten vermöge. Wenn wir bei unseren Versuchen eine unzweifelhafte Ueberlegenheit der sulfirten Phenole vor den Lösungen der reinen Carbolsäure nachweisen konnten, so erklärt sich dies den Hueppe'schen Befunden gegenüber daher aus der Thatsache, dass Hueppe die Verschieden-

heiten in der Resistenz der Milzbrandsporen nicht berücksichtigte und die damals von Koch erhaltenen Resultate ohne Weiteres mit den seinigen verglich.

Nach alledem wäre deshalb gewiss auch für die Praxis eine bevorzugte Benutzung der sulfirten Phenole an Stelle des reinen Phenols zu empfehlen, zumal es ein für die grosse Mehrzahl aller organischen Verbindungen gültiges Gesetz zu sein scheint, dass an und für sich dem menschlichen Organismus giftige Substanzen mit dem Augenblicke einen Theil ihrer schädlichen Eigenschaften verlieren, wo eine Sulfogruppe in sie eintritt.

Nun musste es aber entschieden auffallen, dass die sulfirten Lösungen des reinen Phenols, trotz ihrer schon gesteigerten Wirksamkeit, doch den Lösungen der rohen, mit Schwefelsäure vermischten Carbolsäure noch um ein Bedeutendes nachstanden. (Vergl. die Tabellen 1 und 3.) Es konnte dies nur durch die Annahme erklärt werden, dass die rohe Carbolsäure selbst Körper von sehr hoher Desinfectionskraft enthalte, deren Eigenschaften jedoch erst dann zu Tage treten, wenn die in Wasser fast unlösliche Carbolsäure durch den Zusatz von Schwefelsäure aufgeschlossen und in eine lösliche Substanz übergeführt wird.

Die rohe Carbolsäure wird bei der Destillation des Phenols aus dem Theeröl als Rückstand erhalten und besteht im Wesentlichen aus den höher siedenden Homologen des Phenols, den Kresolen, Xylenolen, Guajacolen u. s. w.

Um zu entscheiden, ob einer und dann welcher dieser Componenten eventuell so besonders hohe desinficirende Eigenschaften besitze, mussten diese Stoffe zuerst aus der Carbolsäure abgeschieden und von einander getrennt werden.

Es wurden deshalb 200$^{cm^3}$ roher Carbolsäure im Fractionirkolben destillirt, die Destillationsproducte von 20 zu 20^0 gesondert aufgefangen, später für sich nochmals fractionirt und die so erhaltenen Bestandtheile des Weiteren untersucht.

Bis 185^0 gingen nur geringfügige Spuren von Flüssigkeit über, wohl aus Wasser und kleinen Resten des bei 180^0 siedenden Phenols, die im Theeröl zurückgeblieben waren, bestehend. Von etwa 190^0 an aber entwickelte sich eine sehr ergiebige Destillation, die bei langsamem Steigen des Thermometers bis etwa 205^0 anhielt und mehr als die Hälfte der gesammten Menge der rohen Carbolsäure übergehen liess. Das Destillat war eine vollständig klare, leicht gelblich gefärbte, ölige Flüssigkeit von eigenthümlichem, starkem Geruche und neutraler Reaction. Von 210^0 bis 240^0 traten dann nur spärliche Mengen aus dem Siedekolben und erst bei der

genannten Temperatur setzte die Destillation nochmals mit Energie ein, nun von 10° zu 10° etwa gleiche Mengen liefernd.

Tabelle 4.

Gesammtmenge: 200 grm.
bis 175° nichts,
175 bis 185° . . 1½ grm
185 „ 195° etwa 40 „ } schwach gelblich gefärbte ölige Flüssigkeit,
195 „ 205° . . 60 „ }
205 „ 225° . . 10 „
225 „ 245° . . 10 „ }
245 „ 255° . . 20 „ } deutlich gelb gefärbt,
255 „ 270° . . 30 „ }
270 „ 290° . . 20 „ bräunliche Flüssigkeit.
Rückstand etwa 10 grm.

Diese Fractionen erwiesen sich zunächst sämmtlich als in Wasser vollständig unlöslich. Weder durch kräftiges Schütteln, noch unter dem Einfluss höherer Temperatur, noch endlich nach tagelanger Berührung mit dem destillirten Wasser waren mehr als ganz geringfüge Spuren in Lösung übergegangen, so dass es nicht möglich war, die desinficirenden Eigenschaften der reinen Substanzen näher festzustellen.

Es musste vielmehr der Versuch gemacht werden, die hier gewonnenen Stoffe, ebenso wie dies bei der rohen Carbolsäure gelungen war, durch Mischung mit Schwefelsäure in einen löslichen Zustand überzuführen. Es wurden wieder gleiche Gewichtstheile reiner concentrirter Schwefelsäure und der oben näher bezeichneten Fractionen unter sorgfältiger Abkühlung des bereiteten Gemenges zusammengebracht, und es zeigte sich nun in der That eine ganz vollkommene Löslichkeit der entstandenen Mischungen in Wasser.

Eine 5 procentige Lösung derselben verhielt sich Milzbrandsporen gegenüber folgendermassen:

Tabelle 5.

5 Procent. Lösung	1 Tag	2 Tage	3 Tage	4 Tage	5 Tage	9 Tage
175 bis 185	+*	—	—	—	—	—
185 bis 195	—	—				—
195 bis 205	—	—				—
205 bis 225	++	++				++
225 bis 245	+++	+++				+++
245 bis 255	+++	+++				+++
255 bis 270	+++	+++				+++
270 bis 290	+++	+++				+++
reines Phenol	+++	+++				+++

Es zeigt sich hierbei ein sehr bemerkenswerther Unterschied in der Wirksamkeit der einzelnen Fractionen. Darnach vermögen die höher siedenden Bestandtheile sich mit den bei verhältnissmässig niedrigen Temperaturen übergehenden gar nicht zu messen, und es kann nach dem Ausfall der mitgetheilten Versuche sogar noch als eine offene Frage erscheinen, ob denselben überhaupt desinficirende Eigenschaften wesentlicher Art zukommen.

Dagegen besitzen besonders die zwischen 185 und 205° destillirten Fractionen, die fast die Hälfte der rohen Carbolsäure ausmachen, eine sehr hervorragende Kraft, die weit stärker als die des reinen Phenols ist und auch der Wirksamkeit der entsprechenden Lösung einer Mischung von Schwefelsäure und roher Carbolsäure nicht nachsteht.

Was sind es nun für Stoffe, welche bei den angegebenen Temperaturen aus der rohen Carbolsäure überdestilliren? Da es bekannt ist, dass bei 188° resp. 201° und 198° die Siedepunkte der verschiedenen isomeren Kresole liegen, welche, wie wir bereits erwähnten, in den Rückständen des Theeröls, also der rohen Carbolsäure enthalten sind, so wurde es in hohem Maasse wahrscheinlich, dass eben die Kresole diese Substanzen darstellten.

Zur Gewissheit konnte diese Vermuthung allerdings erst werden, wenn sie bei Versuchen mit den reinen Kresolen ihre Bestätigung fand.

Die Kresole unterscheiden sich von dem eigentlichen Phenol C_6H_5OH dadurch, dass ein H des Benzolkerns durch eine Methylgruppe ersetzt ist, und haben deshalb die Formel $C_6H_4CH_3OH$. Da die Siedepunkte der einzelnen Isomeren sehr nahe bei einander liegen, gelingt es nicht, die letzteren durch einfache Fractionirung zu isoliren; dieselben müssen vielmehr durch Diazotirung aus den entsprechenden isomeren Amidotoluolen, den Toluidinen gewonnen werden, eine Thatsache, die hier erwähnt sein mag, weil sie die Veranlassung für den nicht unerheblichen Preis dieser Substanzen ist.

Das reine o-Kresol und ebenso das p-Kresol sind feste, krystallinische Körper, deren Schmelzpunkt bei 30° resp. bei 36° liegt; die Krystalle des o-Kresols haben eine schwach röthliche, die des p-Kresols eine leicht gelbliche Färbung, m-Kresol ist eine farblose, dickliche Flüssigkeit, deren Siedepunkt bei 201° liegt. Alle diese Kresole haben einen charakteristischen, jedoch nicht sehr intensiven Geruch.

Um die desinficirenden Eigenschaften der Kresole zu prüfen, versuchte ich zunächst, mir wässerige Lösungen dieser 3 Körper (bezogen aus der Kahlbaum'schen Fabrik) herzustellen; dabei zeigte sich aber, dass dieselben in Wasser nur schwer löslich waren. Trotzdem besassen Mischungen von 100^{cm^3} Aqu. dest. mit je 5^{grm} der drei Kresole eine

nicht unerhebliche desinficirende Kraft, die natürlich auf Rechnung der doch schliesslich in Lösung übergegangenen Theile kommen musste.

Tabelle 6.

	1 Tag	2 Tage	3 Tage	4 T.	5 T.	6 T.	7 T.	8 T.	9 T.
100 Aqu. dest. 5 o-Kresol . .	+ + +	+ + +	+ + +	+ +	+ +	+*	+*	—	—
100 Aqu. dest. 5 m-Kresol . .	+ + +	+ +	+ +	+*	—	—			
100 Aqu. dest. 5 p-Kresol . .	+ + +	+ + +	+ +	+ +	+*	—	—		

Es wurden nun wieder, ganz in der nämlichen Weise wie bei den früheren Versuchen, gleiche Gewichtsmengen concentrirter Schwefelsäure zu Hilfe genommen. Das o- und das p-Kresol schmolzen in derselben ziemlich rasch, das m-Kresol vermischte sich gleichfalls ohne Schwierigkeiten. Die so entstandenen Gemenge aber lösten sich in jedem beliebigen Verhältnisse leicht in Wasser.

Der Desinfectionsversuch gab folgendes Resultat (s. Tabelle 7, S. 532).

Die Desinfectionskraft derartiger Mischungen von Schwefelsäure und Kresol erscheint danach als eine ganz erhebliche, namentlich wenn man bedenkt, dass in den entsprechenden Lösungen ja immer nur die Hälfte des angegebenen Werthes an reinem Kresol vorhanden ist, eine 4procentige Lösung also nur 2 grm Kresol auf 100 enthält.

An der Spitze stehen die aus dem m-Kresol hervorgegangenen Lösungen, die 4procentig schon nach 7 Stunden auf Milzbrandsporen eine deutlich erkennbare Wirkung ausüben und dieselben nach 8 Stunden endgültig vernichten, ihnen folgt dann die p-Verbindung, die in 10 Stunden das gleiche Resultat ergiebt und daran schliesst sich, allerdings in einigem Abstande, die o-Verbindung.

Bei den 2procentigen Lösungen macht sich dieselbe Reihenfolge wieder bemerklich, während die 1procentigen Lösungen, wenigstens innerhalb der hier beobachteten Zeit, ohne Wirkung geblieben sind. Dass die entsprechenden Lösungen der Mischung von roher Carbolsäure und Schwefelsäure an diese Erfolge nicht heranzureichen vermögen, ergiebt sich ohne Weiteres aus den betreffenden Rubriken.

Schon nach dem Ausfall dieser Versuche konnte es als zweifellos angesehen werden, dass die Kresole hervorragende desinficirende Eigenschaften besitzen. Dagegen musste es noch fraglich erscheinen, ob es das reine Kresol als solches, das durch den Zusatz der Schwefelsäure nur in Lösung gebracht sei, oder eine neue aus einer innigeren Verbindung der beiden Körper hervorgegangene Verbindung, eine Kresolsulfosäure oder etwas dem Aehnliches sei, auf deren Rechnung die hier mitgetheilten Erfolge zu setzen seien.

Tabelle 7.

	3 Std.	4 Std.	5 Std.	6 Std.	7 Std.	8 Std.	10 Std.	20 Std.	24 Std.	2 Tage	3 Tage	4 Tage	5 Tage	6 Tage
Mischung von gleichen Gewichtstheilen H_2SO_4 und o-Kresol; 4 procentige Lösung	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	—	—	—				
desgl. von H_2SO_4 und m-Kresol; 4 procentige Lösung	+++	++	+	+*	+*	—	—	—						
desgl. von H_2SO_4 und p-Kresol; 4 procentige Lösung	+++	+++	+++	++	+++	++	—	—	—	—				
desgl. von H_2SO_4 und roher Carbolsäure; 4 procent. Lösung	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+*	+*	—				
desgl. von H_2SO_4 und o-Kresol; 2 procentige Lösung									+++	+++	+++	++	+*	+*
desgl. von H_2SO_4 und m-Kresol; 2 procentige Lösung									+*	—	—	—	—	
desgl. von H_2SO_4 und p-Kresol; 2 procentige Lösung									+++	+++	++	++	+*	+*
desgl. von H_2SO_4 und roher Carbolsäure; 2 procent. Lösung									+++	+++	+++	+++	+++	++
desgl. von H_2SO_4 und o-Kresol; 1 procentige Lösung									+++	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. von H_2SO_4 und m-Kresol; 1 procentige Lösung									+++	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. von H_2SO_4 und p-Kresol; 1 procentige Lösung									+++	+++	+++	+++	+++	+++
desgl. von H_2SO_4 und roher Carbolsäure; 1 procentige Lösung									+++	+++	+++	+++	+++	+++

Bei den Phenolen sahen wir unter entsprechenden Verhältnissen die zweite dieser Möglichkeiten sich erfüllen; bei einfacher Vermischung von Carbolsäure und Schwefelsäure entstand in überwiegender Menge eine Phenolsulfosäure, welche eine die Wirksamkeit der beiden Componenten übertreffende Desinfectionskraft besass. Aber die Phenole sind Körper, welche einer glatten Sulfirung besonders leicht zugänglich sind, und es war damit noch keineswegs gesagt, dass die Kresole, trotz ihrer nahen Verwandtschaft mit den Phenolen, sich unbedingt ebenso verhalten müssten.

Um dies zu entscheiden, versuchte ich zunächst die desinficirenden Eigenschaften einiger zweifelloser, reiner Kresolsulfosäuren festzustellen. Es wurde mir dies möglich durch die liebenswürdige Beihülfe des Hrn. Dr. O. N. Witt, dem ich hierfür zu ganz besonderem Danke verpflichtet bin, sowie durch das Entgegenkommen der Firma Cassella & Co. in Frankfurt a/M. Der Erstere stellte mir eine reine Parakresolorthosulfosäure (CH_3 / HSO_3 / OH) in wässeriger Lösung zur Verfügung, von Cassella erhielt ich: 1. eine Kresolsulfosäure aus Rohkresol, 2. Parakresolsulfosäure (CH_3 / HSO_3 / OH) beide in wässeriger Lösung, 3. parakresolsulfosaures Na, 4. Natronsalz der Rohkresolsulfosäure, 5. orthokresolsulfosaures Na. Endlich fertigte mir die Firma Kahlbaum hier auf meine Bestellung eine gewisse Quantität Ortho-, Meta- und Parakresolsulfosäure in concentrirtem Zustande an, die ich dann gleichfalls in meine Untersuchungen einbezog. Die von Hrn. Dr. O. N. Witt mir übergebene Lösung war eine klare, röthlichbraune, vollständig geruchlose, stark saure Flüssigkeit, die von Hrn. Dr. Witt als „frei von Kresol und etwa 7 procentig“ bezeichnet war. In der That erwies sich dieselbe bei der Titration mit Normalsodalösung als fast genau 7 procentig (7·932 Procent Gehalt an Sulfosäure), mit Bariumchlorid trat keine Trübung ein, freie Schwefelsäure war also nicht vorhanden.

Die mit dieser Lösung erhaltenen Resultate waren nun folgende:

Tabelle 8.

	24 Stunden	2 Tage	3 Tage	5 Tage
7 Procent	+*	+*	—	—
5 „	+*	+*	+*	—
4 „	+	+*	+*	+*
2 „	+	+	+	+

Wie man sieht, steht die Wirksamkeit dieser Lösung hinter der Desinfectionskraft der vorhin erwähnten blossen Mischung von Kresol und Schwefelsäure nicht unwesentlich zurück. Trotzdem sind die desinficirenden Eigenschaften dieser Parakresolsulfosäure aber immer noch sehr erhebliche; vergleicht man dieselben beispielsweise mit denen der reinen Carbolsäure, so erweist sich die Kresolverbindung als ganz bedeutend rascher wirkend. Was dort erst in 40 und mehr Tagen erreicht wird, die vollständige Vernichtung der resistentesten Milzbrandsporen, ist hier schon nach 5 Tagen erzielt. Dabei wirkt die Kresolsulfosäure viel weniger ätzend als die Carbolsäure, eine 5procentige Lösung greift die Haut nicht in merklicher Weise an und selbst die gegen Lösungen der reinen Carbolsäure ausserordentlich empfindliche Mundschleimhaut vermag eine 4procentige Lösung noch ohne Beschwerden zu ertragen. Berücksichtigt man ferner noch, dass die hier benutzte Kresolverbindung leichter löslich als das Phenol und auch in 7procentiger Lösung vollständig geruchlos ist, so wird man diesem Mittel ohne Ueberschätzung doch einen gewissen Werth für die Desinfectionspraxis zusprechen und in demselben eine brauchbare Bereicherung unseres Vorraths an Desinfectionsmitteln sehen dürfen.

Dass sich nun nicht nur die Parakresolorthosulfoverbindung dieser Vorzüge erfreut, vielmehr die ganze Gruppe hierin etwa gleichsteht, ergaben die Versuche mit den Cassella'schen Lösungen. Die erste, bezeichnet als eine 20procentige Kresolsulfosäure aus Rohkresol, stellte eine gelbliche, stark saure, geruchlose Flüssigkeit dar, die mit $BaCl_2$ keinen Niederschlag gab, also frei von H_2SO_4 war.

Die andere, eine Parakresolsulfosäure, gleichfalls in 20procentiger Lösung, war fast identisch mit der von Herrn Dr. Witt angefertigten Verbindung, nur dass die Stellung der Sulfogruppe hier keine so genau bestimmte war. Die Substanz besass im Uebrigen alle Eigenschaften, die vorhin bei der Parakresolorthoverbindung erwähnt sind.

Die hier erhaltenen Resultate waren:

Tabelle 9.

	1 Tag	2 Tage	3 Tage	4 Tage	5 Tage	6 Tage	7 Tage
Kresolsulfosäure aus Rohkresol 5 Procent.	++	++	+	—	—	—	
desgl. 4 Procent.	++	++	+	+	—	—	
desgl. 2 Procent.	++	++	++	++	++	++	
Parakresolsulfosäure 5 Procent.	++	++	—	—	—		
desgl. 4 Procent.	++	++	—	—	—		
desgl. 2 Procent.	++	++	++	++	—	—	

Die von Kahlbaum[1] angefertigten, reinen Sulfosäuren waren feste, krystallinische Substanzen, die o-Verbindung leicht röthlich, die m-Verbindung weiss, die p-Verbindung gelblich gefärbt; an der Luft nehmen sie mit Begierde Wasser auf und zerfliessen bald fast vollständig; alle drei, am wenigsten die m-Verbindung, besitzen einen charakteristischen Geruch. Sie sind in Wasser leicht und in jedem Verhältniss löslich; die Lösungen enthalten, wie die $BaCl_2$-Probe ergiebt, keine freie H_2SO_4, reagiren stark sauer u. s. w.

Tabelle 10.

	1 Tag	2 Tage	3 Tage	4 Tage	5 Tage	6 Tage	7 Tage	8 Tage
Orthokresolsulfosäure; 10 Procent	+*	—	—	—				
desgl. 5 Procent	++	++	++	++	+	+	+*	—
desgl. 4 Procent	++	++	++	++	++	+	+	+
desgl. 2 Procent	+++	++	+++	++	++	++	++	++
Metakresolsulfosäure; 10 Procent	—	—	—	—				
desgl. 5 Procent	+*	—	—	—				
desgl. 4 Procent	++	++	+	—	—			
desgl. 2 Procent	+++	+++	++	++	+++	++	++	++
Parakresolsulfosäure; 10 Procent	+*	—	—	—				
desgl. 5 Procent	++	++	++	—	—	—		
desgl. 4 Procent	++	++	++	++	+	—	—	
desgl. 2 Procent	+++	+++	++	++	++	++	++	+

Die Wirksamkeit der verschiedenen hier untersuchten Lösungen ist also keineswegs eine gleiche. Worauf diese Differenzen zurückzuführen sind, weshalb z. B. die unter 2 von Cassella bezogene Parakresolsulfoverbindung entschieden die stärksten, dagegen die von Kahlbaum angefertigte Parakresolsulfosäure so erheblich schwächere Eigenschaften besitzt, vermag ich nicht zu entscheiden. Möglich, dass Abweichungen in der Art der Herstellung u. s. w. hier von Bedeutung sind; es würde Aufgabe weiterer, die chemische Seite der Frage berücksichtigender Experimente sein, hierüber nähere Aufklärung zu bringen.

Auf jeden Fall aber hatten selbst die am wenigsten wirksamen Lösungen noch eine beträchtliche Desinfectionskraft an den Tag gelegt; dass diese Fähigkeit ganz unmittelbar auf Rechnung der unversehrten Sulfogruppe in der Kresolverbindung komme, ging daraus hervor, dass mit dem Augenblick, wo die Sulfosäure in ihr Salz übergeführt, der Wasserstoff der Sulfogruppe also anderweitig ersetzt wurde, die desinficirenden Eigenschaften der betreffenden Substanz sofort verloren waren. Neutralisirte

man beispielsweise die saure Witt'sche Lösung mit der entsprechenden Menge von Na_2CO_3, so waren Milzbrandsporen selbst nach 40 Tagen noch nicht in derselben abgetödtet, und ganz die gleichen Resultate gaben auch die von Cassella hergestellten Salze, das parakresolsulfosaure Natron u. s. w. Die saure Reaction, welche auf der Anwesenheit der intacten Sulfogruppe beruht, ist also nothwendig für die Wirksamkeit dieser Verbindungen.

Kehren wir nun zu der Frage zurück, welche den Ausgangspunkt für diese Reihe von Untersuchungen gegeben hat, so könnte man geneigt sein, aus den oben mitgetheilten Resultaten zu schliessen, dass auch bei Mischungen von Schwefelsäure und Kresol, die sich als so ausserordentlich wirksam erwiesen haben, eine neu entstandene Kresolsulfosäure das wesentliche Moment darstellte. Andererseits muss die Thatsache, dass die Kresolsulfosäuren doch hinter jenen rohen Mischungen zurückstehen, wieder gerade das Gegentheil wahrscheinlich machen und die Vermuthung nahelegen, dass bei den letzteren irgend ein anderer Körper an dem Zustandekommen der keimvernichtenden Eigenschaften betheiligt sei.

Es bedurfte noch einiger weiterer Versuche, um hierüber in's Klare zu kommen. Die immerhin sehr hervorragende Desinfectionskraft der Kresolsulfosäuren im Vereine mit ihren sonstigen schätzenswerthen Qualitäten, Löslichkeit, Geruchlosigkeit u. s. w. hatten mich bestimmt, der eventuellen Verwendung dieser Substanzen in der Praxis das Wort zu reden. Nun musste sich ihrem unbeschränkten Gebrauche aber von vornherein der recht erhebliche Preis hindernd in den Weg stellen, den die Anfertigung dieser Lösungen zur Zeit noch erfordert. Es lag mir deshalb daran, auch für die gröbere Desinfectionspraxis, welche mit grossen Mengen arbeitet und zu rechnen hat, wenn möglich ein Mittel aus eben derselben Gruppe ausfindig zu machen. In den Verzeichnissen der chemischen Fabriken findet sich allgemein ein „Rohkresol aus Toluidinen" oder eine dem ähnliche Substanz angeführt, deren Preis ein verhältnissmässig geringer ist. Das aus der Fabrik von Kahlbaum bezogene Rohkresol ist eine schwarzbraune, dickflüssige Substanz, von starkem, eigenthümlichem Geruche, neutraler Reaction, in Wasser fast vollständig unlöslich. Schüttet man eine kleine Menge derselben in destillirtes Wasser, so sinkt das Kresol, ähnlich wie die rohe Carbolsäure, in grossen, öligen Tropfen zu Boden und ist selbst durch energisches Agitiren oder tagelange Aufbewahrung u. s. w. nicht in Lösung überzuführen. Bringt man dagegen in der nun schon mehrfach erwähnten Weise gleiche Gewichtsmengen dieses Kresols und reiner concentrirter Schwefelsäure zusammen, so erhält man eine syrupartige Flüssigkeit, die mit Wasser sehr leicht und in jedem Verhältnisse gelbliche, trübe, stark riechende Emulsionen bildet. Dieselben geben, was nebenbei bemerkt sein möge,

ebenso wie die sämmtlichen, bisher überhaupt untersuchten und erwähnten Kresolverbindungen (ausgenommen die Salze) mit verdünntem Eisenchlorid die für diese Gruppe charakteristische blauviolette Farbreaction. Es verdient diese Thatsache insofern Beachtung, als sie den Beweis dafür liefert, dass sich bei den Mischungen nicht etwa eine Kresylschwefelsäure gebildet hat (Ersatz des Wasserstoffs im Hydroxyl durch den Säurerest), da eine solche bekanntlich der oben genannten Reaction unzugänglich ist.

Die Untersuchung der desinficirenden Eigenschaften der „Toluidinkresol-Schwefelsäuremischung" ergab nun folgende Resultate:

Tabelle 11.

	1 Std.	2 Std.	4 Std.	6 Std.	8 Std.	24 Std.	2 Tage	3 Tage	4 Tage
5 Procent.	+ +	+	+*	—	—	—	—	—	—
4 „	+ + +	+ +	+	+*	—	—	—	—	—
2 „	+ + +	+ + +	+ +	+ +	+ +	+*	—	—	—
1 „	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ +	+ +	+	—

Diese Ergebnisse wiesen auf ausserordentlich starke desinficirende Eigenschaften der betreffenden Mischung hin, welche unmittelbar an die bei der Prüfung der reinen Kresole erhaltenen Werthe heranreichen und alle bisher von Körpern der aromatischen Reihe bekannten Erfolge weit hinter sich lassen.

Nun war aber bei der emulsionsartigen Lösung, welche die Mischung im Wasser erfuhr, ein Bruchtheil des Kresols ungelöst geblieben. Dasselbe schied sich allmählich aus der gelblichen Flüssigkeit wieder in bräunlichen Tropfen ab und sank zu Boden, so dass die dem Versuche unterworfenen Milzbrandsporen in einer Umgebung von derartigem, ungelöstem Kresol lagen.

Es drängte sich mir dabei der Verdacht auf, die Seidenfäden könnten sich eventuell mit dieser theerigen Substanz so innig imprägniren, dass selbst ein langdauerndes Abspülen in destillirtem Wasser die letztere nicht wieder zu entfernen vermöchte. Es hätten die fest anhaftenden Reste dann nach Uebertragung der Fäden in Nährbouillon entwickelungshemmend wirken, das Auskeimen der Sporen verhindern und also Resultate vortäuschen können, die in Wirklichkeit nicht vorhanden waren.

Um dies zu verhindern, entfernte ich die nicht gelösten Mengen des Kresols, indem ich die Lösungen einige Tage nach ihrer Herstellung durch Fliesspapier filtrirte. Ich erhielt dann vollständig klare, je nach der Concentration mehr oder weniger gelblich gefärbte Flüssigkeiten, aus denen sich selbst bei monatelangem Stehen nichts wieder ausschied.

Diese filtrirten Lösungen nun, deren procentische Zusammensetzung allerdings nicht mehr vollständig der ursprünglichen Angabe entspricht, lieferten ganz die gleichen Resultate, wie die vorher untersuchten. Es konnte danach keinem Zweifel unterliegen, dass bei der Mischung von Schwefelsäure und Toluidinkresol eine Substanz entsteht, welche in Wasser wirklich löslich ist und so hervorragende desinficirende Eigenschaften besitzt, dass sie in die vorderste Reihe der uns bekannten desinficirenden Körper aus der Gruppe der aromatischen Verbindungen gestellt werden kann.

Diese Desinfectionskraft tritt nun nicht nur den Milzbrandsporen, sondern auch beliebigen anderen Infectionserregern gegenüber in derselben Weise hervor. Es war z. B. von Interesse, das Verhalten der verbreitetsten Eiterorganismen, des Staphylococcus aureus, des Streptococcus des Erysipels und des Bacillus pyocyaneus in dieser Hinsicht zu studiren. Ich führte die betreffenden Versuche in einer zuerst von Esmarch[1] für diese Zwecke vorgeschlagenen Weise so aus, dass ich frische Bouillonculturen der Mikroorganismen mit der vierfachen Menge von sterilisirtem Wasser versetzte und die so hergestellte Aufschwemmung mit der Lösung, deren Desinfectionskraft ich prüfen wollte, zu gleichen Theilen vermischte; man hatte dann natürlich nur noch eine halb so starke procentische Lösung vor sich. Nach Ablauf der dem Versuche zu Grunde gelegten Zeit wird eine Platinöse voll der Mischung in frische Nährbouillon übertragen und diese letztere in den Brütschrank gestellt. War dieselbe bis zum nächsten Tage getrübt, so war es noch zur Entwickelung des betreffenden Bacteriums gekommen, dieses also in der benutzten Lösung und Zeit nicht abgetödtet worden. Im anderen Falle blieb die Bouillon klar und man konnte sich eventuell noch nachträglich durch eine Controlimpfung davon überzeugen, dass nicht etwa die geringe, in die Nährflüssigkeit mit übertragene Menge des Desinfectionsmittels das Ausbleiben des Wachsthums veranlasst hatte.

Es giebt dieses Verfahren ganz ausserordentlich sichere und bestimmte Resultate, die dasselbe für alle diejenigen Fälle empfehlenswerth machen, wo man das umständlichere und häufig sogar unzulässige Antrocknen der betreffenden Mikroorganismen an Seidenfäden u. s. w. vermeiden will.

Die hier erhaltenen Ergebnisse können nun dahin zusammengefasst werden, dass eine 0·3procentige Lösung in 5 Minuten noch die drei genannten Bacterien sämmtlich abtödtete, während beispielsweise eine 2procentige Carbolschwefelsäuremischung dies erst in 15 Minuten zu erreichen vermochte; eine 0·25procentige Lösung tödtete noch Erysipel und pyocyaneus in 5 Minuten, aureus nicht mehr; das gleiche Resultat gab die 0·1procentige; 0·05procentige endlich versagte in

[1] E. v. Esmarch, Das Creolin. *Centralblatt f. Bact.* 1889. Bd. II. S. 11 u. 12.

der gewählten Zeit von 5 Minuten auch dem Erysipelcoccus und dem pyocyaneus gegenüber.

Diese filtrirte Mischung nun, die sich durch eine so erhebliche Desinfectionskraft auszeichnete, enthielt die überwiegende Menge der zu ihrer Herstellung verwendeten Schwefelsäure noch in völlig freiem Zustande in Lösung. Eine von Herrn Dr. Th. Weyl, dem ich für seine liebenswürdige Unterstützung zu lebhaftem Danke verpflichtet bin, ausgeführte Schwefelsäurebestimmung ergab in 2 Lösungen, die jedesmal aus 4^{cm^3} der concentrirten Mischung auf 100^{cm^3} Aqu. dest. bestanden, also 2^{cm^3} H_2SO_4 entsprachen, 3·433 und 3·46 Gewichtstheile freie H_2SO_4, d. h. also etwa 1·88 bis 1·94 Volumprocent reine Schwefelsäure. Das heisst mit anderen Worten: bei der Vereinigung von Schwefelsäure und dem hier benutzten Rohkresol ist der Hauptsache nach nicht etwa eine neue Verbindung, eine Kresolsulfosäure entstanden, sondern das Kresol und die Schwefelsäure sind jedes für sich erhalten geblieben, und es ist nur das erstere durch die letztere in Lösung gebracht, in einen löslichen Zustand übergeführt, aufgeschlossen worden.

Die mitgetheilten Ergebnisse beziehen sich nun nur auf den Fall, dass Kresol und Schwefelsäure unter sorgfältiger Kühlung mit einander in Berührung gebracht wurden. Ich glaubte diese Vorsichtsmassregel namentlich im Hinblick auf die Resultate beobachten zu müssen, welche ich bei den Versuchen mit der rohen Carbolsäure erhalten hatte. Dieselbe besteht, wie wir gesehen haben, zum nicht geringen Theile aus Kresol, und hier hatten die kalt bereiteten Mischungen sich den in der Wärme hergestellten erheblich überlegen gezeigt. In der That kann diese Erscheinung uns nun nicht mehr auffallend bleiben; in der Kälte wird durch den Zusatz der Schwefelsäure nur das in der rohen Carbolsäure steckende Kresol in Lösung übergeführt; verabsäume ich dagegen eine sorgfältige Kühlung der Mischung, so bilden sich Kresolsulfosäuren, als Zeichen der stattfindenden Reaction erfolgt erhebliche Erwärmung des Gemenges, und eben die hierbei entstehenden Kresolsulfosäuren sind nun ihrerseits unwirksamer als das reine bloss in Lösung gebrachte Kresol. Es liegen also hier die Verhältnisse wesentlich anders, als beispielsweise beim Phenol C_6H_5OH, welches durch die Sulfirung, wie wir sahen, an Wirksamkeit nicht unbeträchtlich gewann. Hier entwickelt das reine Kresol die stärkste Wirkung, die durch Einführung der Sulfogruppe nur beeinträchtigt wird.[1]

[1] Während der Drucklegung dieser Arbeit erschien in den *Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt*, Bd V, Hft. 2, die Abhandlung von Jäger: Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener chemischer Desinfectionsmittel u. s. w.

Es soll damit keineswegs die Möglichkeit unbedingt zurückgewiesen werden, dass sich bei unseren Versuchen nicht auch kleine Mengen von Kresolsulfosäuren bilden; vielleicht tragen dieselben dann sogar ihrerseits noch zur Lösung des Kresols mit bei, denn es ist bekannt, dass reines Kresol in Lösungen der Kresolsulfosäuren selbst löslich ist. Es würde die Aufgabe weiterer Versuche sein, von dieser Thatsache eventuell anderen Gebrauch zu machen und vielleicht mit Hülfe eines Ersatzes der Schwefelsäure durch eine Kresolsulfosäure Lösungen des Kresols zu erzielen, die eine noch erheblichere Desinfectionskraft besitzen.

Auf jeden Fall war durch die bisher angeführten Beobachtungen erwiesen worden, dass in den Mischungen von Kresol und Schwefelsäure, also auch in den Mischungen der rohen, hauptsächlich aus Kresolen bestehenden Carbolsäure mit Schwefelsäure nicht eine Kresolsulfosäure, auch nicht die freie Schwefelsäure — deren desinficirende Eigenschaften ja weit hinter den hier erhaltenen Ergebnissen zurückstehen — das eigentlich wesentliche Element darstellen, sondern nur das durch die Behandlung mit Schwefelsäure löslich gewordene Kresol selbst.

Fassen wir diese Ergebnisse noch einmal kurz zusammen und werfen wir dabei einen Rückblick auf den bisherigen Gang der Untersuchung, so hat sich also zunächst gezeigt, dass, in Bestätigung der seiner Zeit von Laplace gemachten Befunde, die gewöhnliche sogenannte rohe Carbolsäure durch den Zusatz von Schwefelsäure in eine lösliche Gestalt übergeführt wird und sich nun durch erhebliche desinficirende Eigenschaften auszeichnet. Die letzteren übertreffen beispielsweise die Desinfectionskraft des reinen oder auch des sulfirten Phenols um ein Beträchtliches. Es muss deshalb in der rohen Carbolsäure eine Substanz enthalten sein, welche an und für sich dem reinen Phenol überlegen ist; diese Substanz ist das Kresol. Das Kresol als solches ist in Wasser nur schwer löslich; bringt man es dagegen mit Schwefelsäure zusammen, so wird es löslich und lässt dann seine desinficirenden Eigenschaften hervortreten. Bei dieser

---

Jäger fand eine Mischung von Salzsäure und roher Carbolsäure wirksamer als eine solche von Schwefelsäure und Carbolsäure. Es entspricht dies ganz den oben erörterten Verhältnissen. Durch die Salzsäure wird der wirksame Bestandtheil der rohen Carbolsäure, das Kresol, jedenfalls nur in Lösung gebracht, ohne dass die Möglichkeit der Entstehung eines neuen Körpers aus dieser Vereinigung vorläge. Bei der Vermischung mit Schwefelsäure dagegen tritt, wenn das Gemenge nicht gekühlt wird — wovon Jäger nichts erwähnt — die Bildung von Kresolsulfosäuren ein und damit eine Abschwächung in der Wirksamkeit der betreffenden Substanzen. Man wird danach vielleicht ein Aufschliessen des Kresols durch Salzsäure als noch geeigneter erachten müssen als wie ein solches mit Schwefelsäure. Auf jeden Fall aber ergiebt sich auch aus dieser Thatsache wieder der Beweis für die specifische Leistungsfähigkeit des Kresols, die unabhängig ist von Lösungsmittel und Reaction.

Vermischung bilden sich nicht neue Verbindungen von der Art der Kresolsulfosäuren. Zwar besitzen auch diese letzteren hervorragende desinficirende Qualitäten, und im Hinblick auf ihre Geruchlosigkeit, ihre geringe Aetzwirkung u. s. w. können gerade die Sulfosäuren für gewisse Zwecke in Betracht gezogen werden. Aber diese Sulfoverbindungen stehen an keimtödtender Kraft doch noch zurück hinter dem reinen Kresol selbst, wie es bei jener Mischung als solches erhalten und durch den Zusatz der Schwefelsäure nur löslich gemacht, aufgeschlossen wird. Deshalb zeichnen sich auch derartige Kresolschwefelsäuregemenge durch ihre Desinfectionskraft ganz besonders aus und übertreffen alle anderen uns bekannten Stoffe der aromatischen Reihe.

Es war mir nun endlich noch von Interesse, neben der „desinficirenden" auch die „entwickelungshemmende" Wirksamkeit einiger der hier untersuchten Substanzen festzustellen, und zwar besonders der Kresolsulfosäuren, welche wegen ihrer vorhin erwähnten schätzenswerthen Eigenschaften eventuell auch für die Zwecke der Wundbehandlung in Frage kommen konnten. Dass Desinfection und Entwickelungshemmung zwei durchaus verschiedene Dinge seien, hat bekanntlich schon Koch[1] nachgewiesen. Dass man, um die letztere genauer zu studiren, auch die Methode der Beobachtung in geeigneter Weise handhaben müsse, ist zuerst von Behring[2] mit Entschiedenheit gefordert worden. Derselbe machte darauf aufmerksam, dass die entwickelungshemmenden Eigenschaften irgend einer Substanz oder Lösung vor allen Dingen eiweisshaltigen Flüssigkeiten gegenüber in Thätigkeit zu treten haben und deshalb auch nur in solchen untersucht werden können. Er verwarf deshalb mit Recht für diesen Zweck die Benutzung der Nährbouillon oder der gewöhnlichen Nährgelatine und setzte an ihre Stelle, wo es sich um derartige Dinge handelte, das an Eiweisskörpern sehr reiche Blutserum.

Zugleich gab er dann auch ein Verfahren[3] an, welches in der That für die Feststellung dieser Verhältnisse ausserordentlich brauchbar ist. Das Blutserum wird in abgemessener Menge, am besten zu 10^{cm^3} in Reagensröhrchen gefüllt und sterilisirt. Nun fügt man aus einer Spritze, deren Canüle Tropfen von gleichfalls genau bestimmtem Volumen, z. B. von je $^1/_{20}$ oder $^1/_{50}{}^{\text{cm}^3}$ entlässt, dem Serum von der Lösung, die untersucht werden soll, allmählich steigende Dosen zu. Habe ich z. B. eine 5procentige Lösung und fasst ein Tropfen der Spritze $0{\cdot}02^{\text{cm}^3}$, so enthält ein jeder

[1] A. a. O.

[2] Ueber Quecksilbersublimat in eiweisshaltigen Flüssigkeiten. *Centralblatt für Bacteriologie.* 1888. Nr. 1 u. 2.

[3] Der antiseptische Werth der Silberlösungen. *Deutsche medic. Wochenschrift.* 1887. Nr. 37 u. 38.

derselben 0·001 der Substanz, welche in der 5procentigen Lösung gegeben war, auf je einen $^{cm^3}$. Auf 10$^{cm^3}$ Flüssigkeit (Blutserum) also 0·0001, d. h. mit anderen Worten, wenn ich das hier gewählte Beispiel meiner Berechnung zu Grunde lege, es stellt ein Tropfen der 5procentigen Lösung aus dem Blutserum eine 0·0001procentige Lösung her. Ich entnehme dieser Mischung jetzt mit der Platinöse einen Tropfen, der, auf ein Deckglas gebracht, mit einer Spur frischen Milzbrandblutes oder einer Milzbrandcultur u. s. w. inficirt und in einen hohlen Objectträger eingeschlossen wird. Wird der letztere in den Brütschrank gelegt, so kann man bis zum anderen Tage, je nachdem Wachsthum der Milzbrandbacillen eingetreten oder ausgeblieben ist, entscheiden, ob die untersuchte Substanz in eiweisshaltigen Flüssigkeiten in einer Verdünnung von 1:10,000 noch entwickelungshemmend wirkt oder nicht. Hatte man das Blutserum nicht mit 1, sondern mit 2 Tropfen der 5proc. Lösung versetzt, resp. fügt man demselben nach der Herstellung des ersten Präparats noch einen Tropfen aus der Spritze zu, so hat man eine Verdünnung 1:5000, mit 4 Tropfen 1:2500, 40 Tropfen 1:250 u. s. w.,[1] und es ist klar, dass man durch allmähliches Zufügen der genau dosirten Tropfen und jedesmal sofort erfolgende Anfertigung eines hohlen Objectträgers aus einem und demselben Gläschen Blutserum sich jede gewünschte Concentration der zu untersuchenden Flüssigkeit mit Leichtigkeit herstellen kann. Die Resultate sind von grosser Genauigkeit und Bestimmtheit und alle Fehlerquellen so vollkommen ausgeschlossen, dass diese Methode in der That allen Anforderungen genügen kann.

Die Kresolsulfosäuren ergaben nun sämmtlich, sowohl die von Herrn Dr. Witt, wie die von Cassella und die von Kahlbaum angefertigten, Entwickelungshemmung bei einer Concentration von 1:300 bis 1:250 (Orthokresolsulfosäure von Kahlbaum). Es mag überraschend erscheinen, dass dieser Werth so wenig in Einklang mit der hohen Desinfectionskraft steht, welche wir bei denselben Substanzen nachweisen konnten. Aber das gleiche Verhältniss oder Missverhältniss ist auch schon von einer ganzen Reihe anderer Substanzen, z. B. der Carbolsäure, her bekannt und damit die Thatsache festgestellt, dass die desinficirenden Eigenschaften keineswegs auch als unbedingt bestimmend für die entwickelungshemmende Fähigkeit angesehen werden dürfen und umgekehrt.

---

[1] Der geringe Fehler, der durch die Vermehrung der Menge des Blutserums von 10 auf fast 11$^{cm^3}$ hierbei veranlasst wird, kann entweder überhaupt vernachlässigt oder, wo es auf die Genauigkeit der Resultate ankommt, durch entsprechende Berechnung mit Leichtigkeit eliminirt werden.

Dagegen scheint die Giftigkeit derartiger Stoffe, wie dies auch Behring[1] festgestellt hat, regelmässig in einer gewissen Abhängigkeit von der entwickelungshemmenden Kraft zu stehen. Behring hat für eine Reihe von Substanzen dieses Verhältniss sogar in einer ganz bestimmten Zahl ausdrücken können. Der sechste Theil derjenigen Menge, welche sich nach der Beobachtung mit dem hängenden Serumtropfen als die Entwickelung aufhebend erwiesen hatte, sollte, auf das Körpergewicht des Versuchsthieres berechnet, genügen, um dasselbe durch subcutane Injection mit Sicherheit zu tödten.

In der That liess sich auch für die hier untersuchten Desinfectionsmittel das gleiche Verhalten nachweisen. Die Kresolsulfosäure wirkt, wie erwähnt, bei 1:300 entwickelungshemmend. Ein Meerschweinchen von 600^{grm} sollte also beispielsweise $^2/_6{}^{grm}$ der concentrirten Substanz, d. h. 3^{cm^3} einer 10procentigen Lösung nicht mehr vertragen können, und allerdings erwies sich eine derartige Menge bei wiederholten Versuchen auch als tödtliche Dosis, während etwas geringere Quantitäten, z. B. $^2/_{10}{}^{grm}$ der concentrirten Substanz = 2^{cm^3} der 10procentigen Lösung, noch von den Thieren aufgenommen werden konnten.

[1] Ueber den antiseptischen Werth des Creolins. *Deutsche militär-ärztliche Zeitschrift.* 1888.

Erklärung der Tabellen.

+ + + sehr üppiges Wachsthum,
+ + etwas schwächeres Wachsthum,
+ spärliches Wachsthum,
+* deutliche Wachsthumsschädigung,
— kein Wachsthum.

[Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.]

Vergiftungen durch Baumwolle, die mit chromsaurem Blei gefärbt ist.

Von

Th. Weyl.

Nachtrag.

Kurz nachdem ich meine Mittheilung über die mit chromsaurem Blei gefärbten französischen Garne der Redaction dieser Zeitschrift überreicht hatte, fiel mir in einer hiesigen Sattlerwerkstatt ein zum Nähen der Koffer und Wagengeschirre benutzter Zwirn auf, dessen Farbe an die jener französischen Garne erinnerte.

Die Untersuchung ergab wirklich, dass derselbe mit Bleichromat gefärbt war.[1] Der qualitative Nachweis und die quantitative Bestimmung wurden nach den bereits oben geschilderten Methoden ausgeführt.

3·0455 ^{grm} Zwirn lufttrocken gaben 0·6498 ^{grm} = 21·3 Proc. Asche.

0·6498 ^{grm} Asche lieferten 0·558 ^{grm} $PbCl_2$ = 0·649 $PbCrO_4$
= 100 Proc. $PbCrO_4$

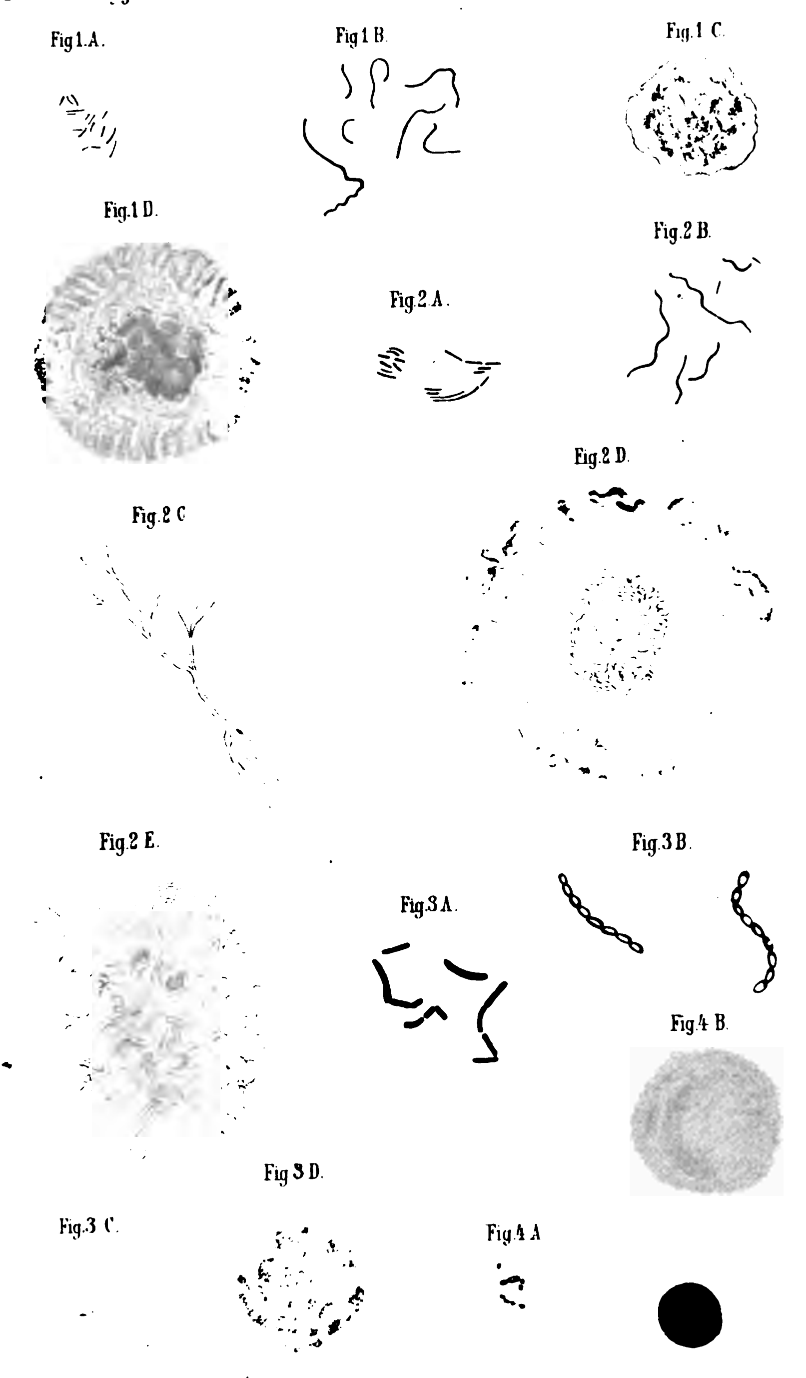
Es lag ein sehr stark basisches Bleichromat vor. Hierfür spricht die orangerothe Färbung des Garns.

Obgleich Bleivergiftungen bei Sattlern nicht beobachtet zu sein scheinen, verdient die Anwendung bleihaltiger Garne die Aufmerksamkeit der Aufsichtsbehörden.

Denn es dürfte kaum zweifelhaft sein, dass durch stete Benutzung bleihaltiger Garne Bleivergiftungen in gleicher Weise entstehen können, wie Arsenvergiftungen bei Stickerinnen beobachtet sind, welche die mit arsenhaltigem Fuchsin gefärbte Seide durch die Finger gleiten liessen.

---

[1] Eine Probe des Garns habe ich dem hiesigen Hygiene-Museum übergeben.


Fig. 1 A.
Fig. 1 B.
Fig. 1 C.
Fig. 1 D.
Fig. 2 A.
Fig. 2 B.
Fig. 2 C.
Fig. 2 D.
Fig. 2 E.
Fig. 3 A.
Fig. 3 B.
Fig. 3 C.
Fig. 3 D.
Fig. 4 A.
Fig. 4 B.

Veit & Comp.

Fig. 1 A.

Fig. 1 D.

Fig. 1 B.

Fig. 1 C.

Fig. 1 E.

Fig. 1 G.

Fig. 1 F.

Fig. 2 B.

Fig. 2 C.

Fig. 2 A.

Fig. 2 E.

Fig. 2 D.

Fig. 3 C.

Fig. 3 A.

Fig. 4 A.

Fig. 4 B.

Fig. 4 C.

Fig. 3 D.

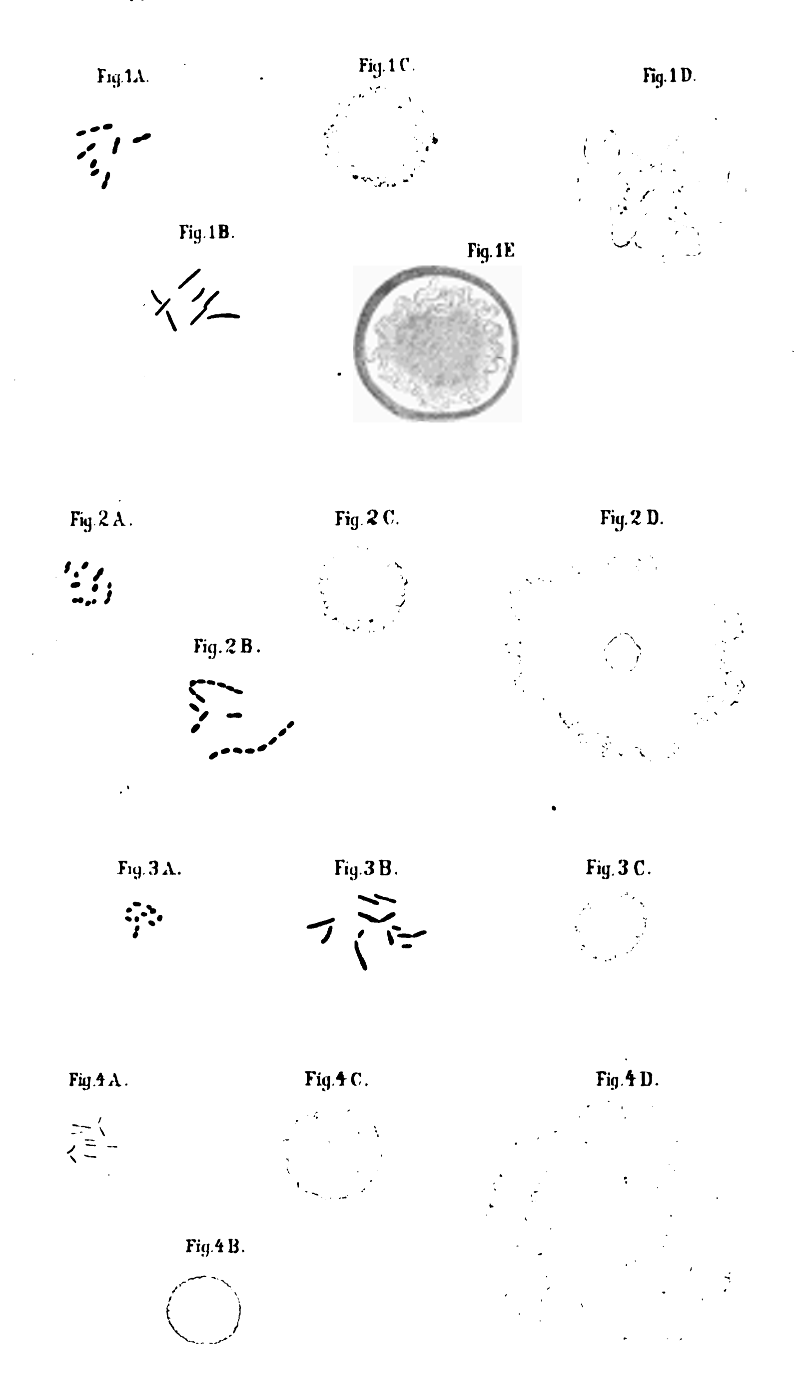
Fig. 3 B.

Fig. 4 D.

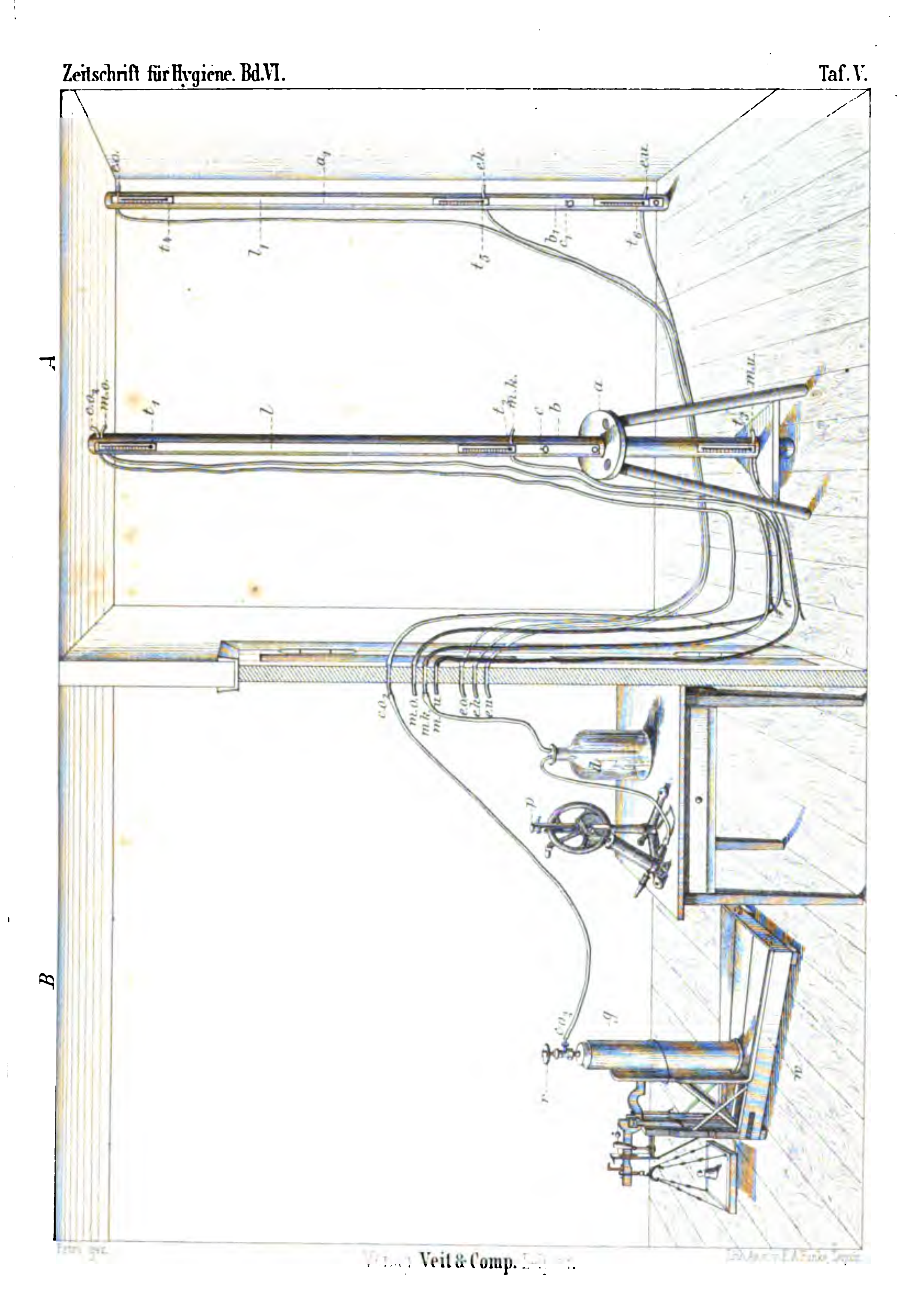
Fig. 4 E.

Verlag Veit & Comp. Leipzig

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig



Verlag Veit & Comp Leipzig


A
B
e.o.
a_1
e.k.
e.u.
l_1
b_1
c_1
co_2
m.o.
t_1
l
m.k.
c
b
a
m.u.
m.o.
m.k.
m.u.
e.o.
e.k.
e.u.
u
p
co_2
g
w

Veit & Comp.

